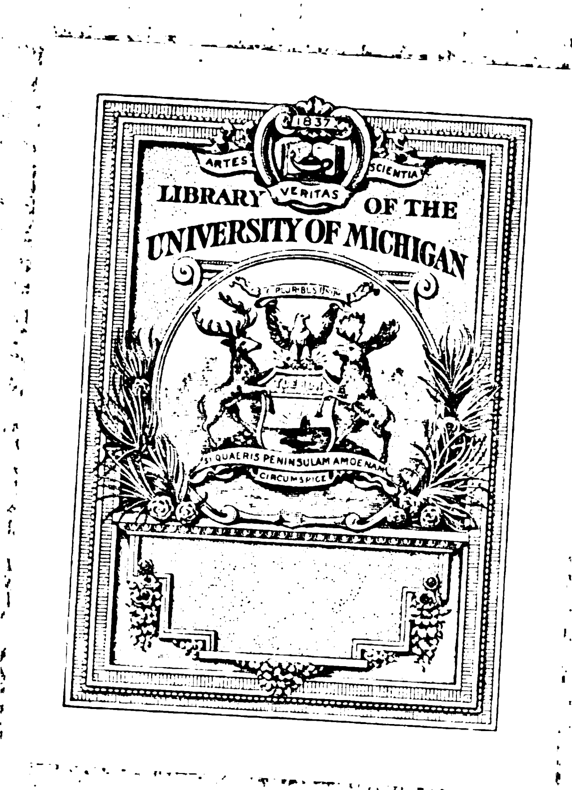
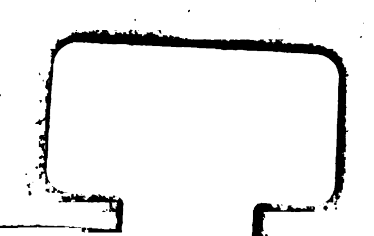
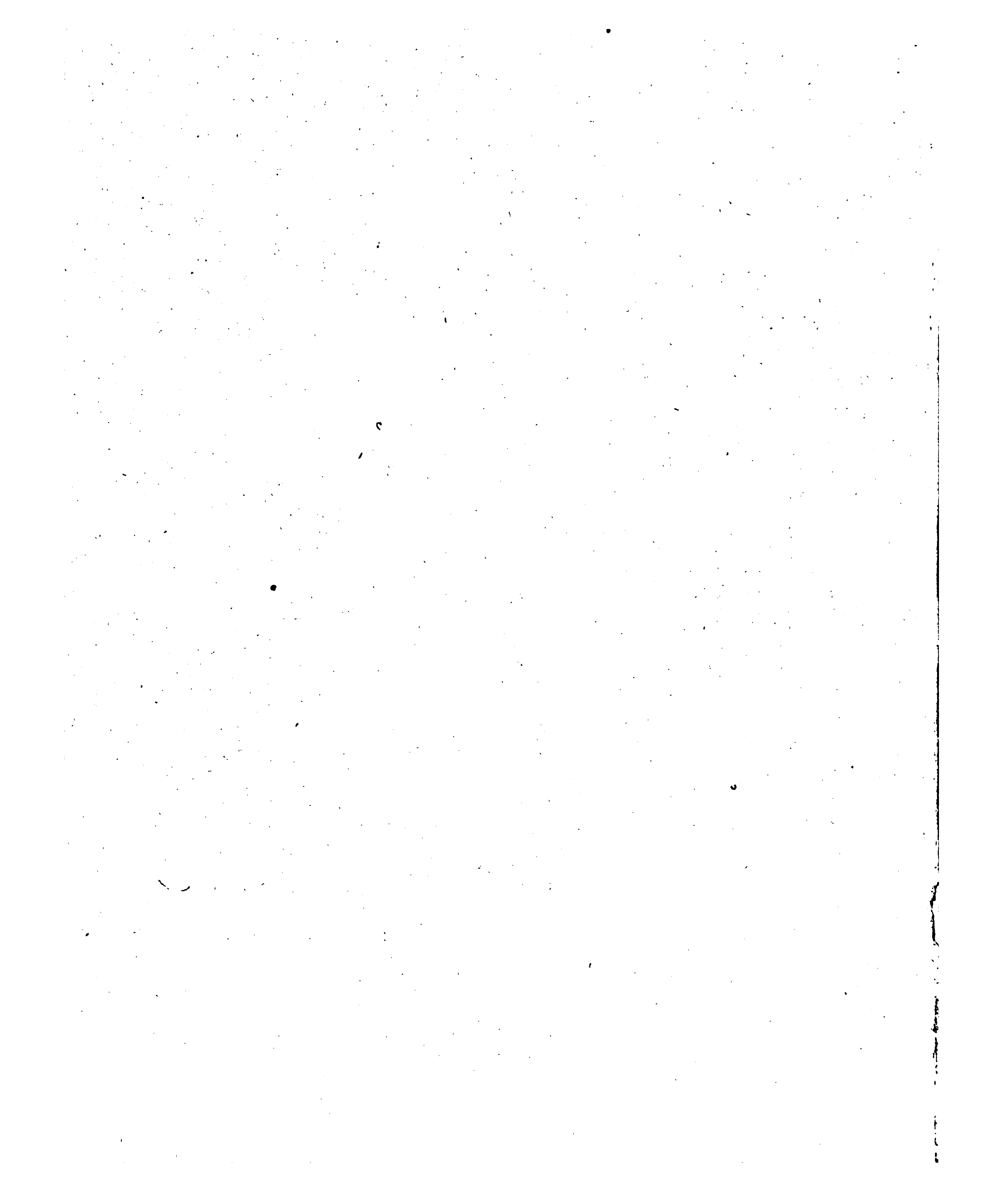
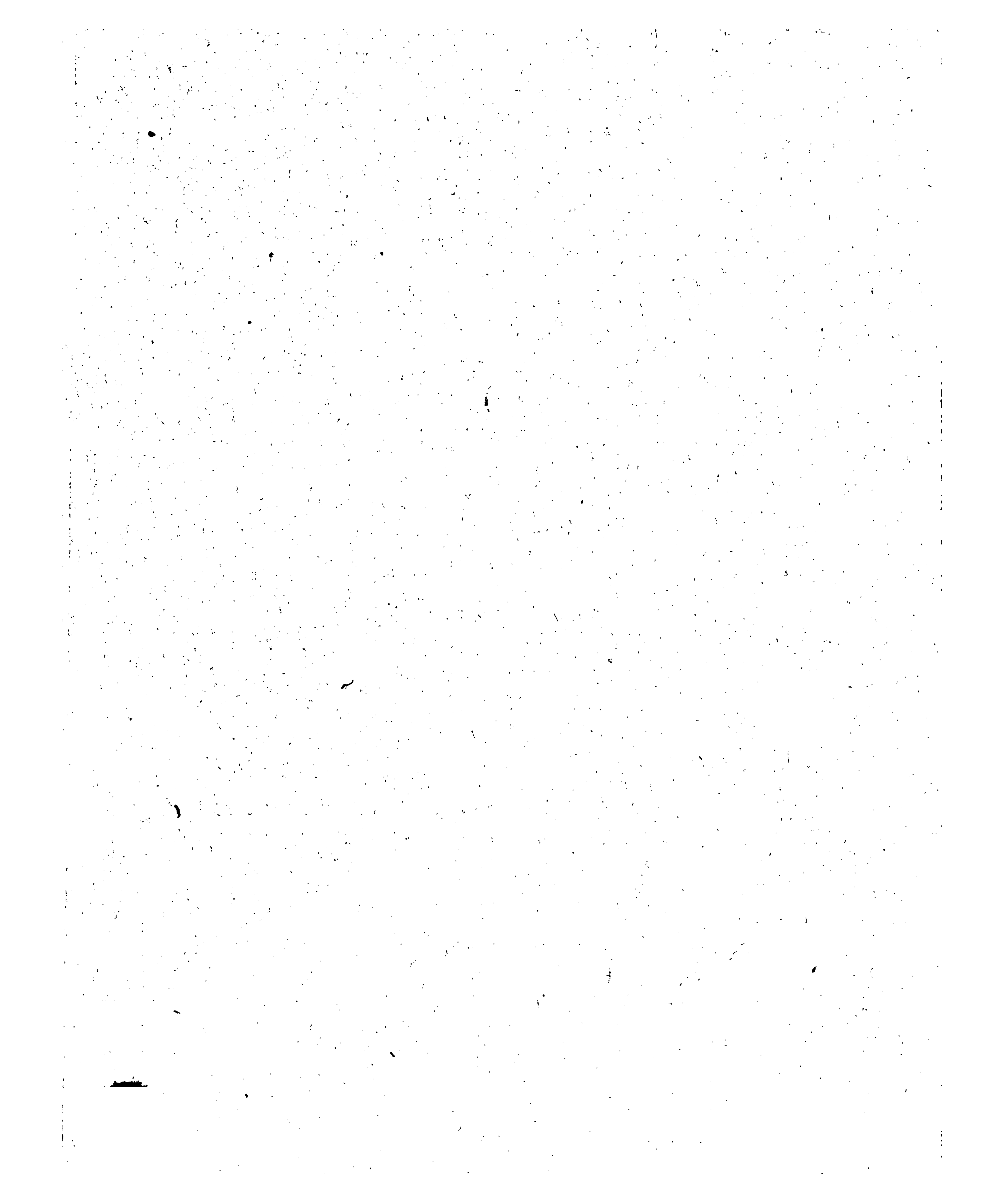



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE







ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT

NY FÖLJD

ANDRA AFDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNEN

III

1907

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XVIII)

LUND 1907—08
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI
DISTRIBUERAS GENOM C. W. K. GLEERUPS FÖRLAG I LUND

ACTA REGIÆ SOCIETATIS PHYSIOGRAPHICÆ LUNDENSIS

KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR

NY FÖLJD

XVIII

1907

(LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. AFD. 2. BD 3)

LUND 1907—08
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI
DISTRIBUERAS GENOM C. W. K. GLEERUPS FÖRLAG I LUND

Innehåll:



Innehåll:

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 3. Nr 1.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 18. Nr 1.

OM

TRYPANOSOMA-SJUKDOMARNA

EN ORIENTERANDE ÖFVERSIKT

AF

SEVED RIBBING

LUND 1906
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Denna afhandling åtföljde inbjudningsskriften till Professor T. L. Thunbergs installation, den 1 Februari 1906.

År 1841 bosatte sig i Paris D:r DAVID GRUBY, en ung vid Wiens universitet utbildad läkare. Utgången från ett fattigt judiskt bondehem i Ungern hade han endast under den bittraste nöd och de största försakelser kunnat kämpa sig fram till det föresatta målet. Han hade emellertid med heder bestått sina prof. Det uppgifves, att han blifvit erbjuden en lärareplats i fysiologi vid fakulteten i Wien under villkor af öfvergång till den romerskt-katolska trosbekännelsen, men att han bestämdt afvisat detta anbud. Han beslöt därför att söka sig en verksamhetskrets i ett land med friare åsikter och bosatte sig, såsom ofvan är nämndt, efter en studieresa till England uti Frankrikes hufvudstad. Här inrättade han ett privat laboratorium för fysiologi och patologisk anatomi och vann genom sina arbeten ett sådant anseende, att läkare och vetenskapsidkare från skilda länder täflade om att få åtnjuta hans handledning.

I de sparsamma biografiska meddelandena om honom läses bland annat, att MAGENDIE och CLAUDE BERNARD varit hans lärjungar. Säkert är äfven att svenska läkare på 1840-talet vallfärdade till Paris för att hos honom inhämta den patologiska histologiens och den kliniska mikroskopiens teknik. Bland hans elever torde FREDRIK THEODOR BERG, PEHR HENRIK MALMSTEN och PEHR ERIK GELLERSTEDT särskildt böra nämnas. Under sin långvariga och lyckliga verksamhet i vår medicinska undervisnings tjänst hafva dessa män till fullo ådagalagt, hvilka impulser de hämtat af GRUBYS undervisning, och hafva alltid med minnesgod erinran hänvisat därpå.

De första åren af GRUBYS arbete i vetenskapens tjänst voro rika på framgångar. En hvar läkare vet, huruledes särskildt den dermatologiska patologien och parasitologien har mycket att tacka honom för.

Hade GRUBY hoppats, att det franska samfundet skulle visa sig mot honom mera tillmötesgående än det österrikiska, så blef han besviken. Hans önskan att vinna inträde i statstjänst såsom lärare i patologi vid veterinärskolan i Alfort motverkades på den grund, att han icke var infödd fransk medborgare.

När han insåg, att detta hans hopp var fåfängt, ändrade han sin lifsuppgift och blef praktiker. Såsom sådan skaffade han sig ett stort och distingeradt klientel; och talrika anekdoter cirkulera ännu om hans egendomliga kurmetoder och intensiva suggestionskraft.

Författaren af föreliggande uppsats blef år 1872 särdeles gästfritt och välvilligt mottagen i GRUBYS hus och har honom att tacka för många introduktioner och rekommendationer till framstående lärare vid Pariserfakulteten.

Med väl bibehållen arbetskraft och under utvecklande af en allt större originalitet i väsendet uppnådde han sitt 89:de lefnadsår och afled 1898 [1]).

Under sin vetenskapliga glansperiod kunde GRUBY på gammaldags sätt väl karakteriseras såsom en *naturæ curiosus*. Han nöjde sig ej med att undersöka och mikroskopiskt genomforska vanliga patologiska fynd; han sträckte sin uppmärksamhet till allt som mötte honom. Sålunda fann han år 1843 i grodans blod en ofta förekommande egendomlig parasit, för hvilken han föreslog släktnamnet *Trypanosoma* — af τρύπανον (borr) och σῶμα (kropp), — ett namn, som af efterföljande forskare blifvit upptaget och fastslaget för talrika och viktiga blodparasiter, dem en senare forskning upptäckt.

Visserligen hade VALENTIN och GLUGE under åren 1841 och 1842 funnit liknande parasiter i laxöringens och grodans blod, men ingen af dem hade vid sin upptäckt fäst den vikt och betydelse, att han försökt klassificera och namngifva de funna organismerna.

Redan innan GRUBYS upptäckt var känd och publicerad, hade BERG utan kännedom om hans samt REMAKS undersökningar uti gäddans blod funnit ett hæmatozoon. Som det meddelande härom, hvilket BERG offentliggjort i Hygiea, icke torde vara kändt af många bland vår tids forskare, anser jag mig hafva anledning att utförligt meddela hans skildring icke minst på grund af dess synnerligen klara och lifligt målande beskaffenhet, utan äfven därför, att den ådagalägger, hvilka goda iakttagelser, som kunde göras med den tidens vida underlägsnare mikroskop. Beskrifningen återfinnes i Svenska läkaresällskapets förhandlingar för den 10 okt. 1843. Först tvänne år senare blef densamma genom öfversättning bekant för den vetenskapliga världen i utlandet, och detta vållar, att BERG icke får sin rätta plats i den kronologiska redogörelsen för upptäckterna.

Skildringen lyder sålunda:

Herr BERG förevisade under mikroskopet ett infusionsdjur, som han funnit i blodet hos en gädda och meddelade därom följande:

»Det stora intresse för patogenetiska forskningar, som bör väckas genom senare årens mikroskopiska upptäckter af parasitiska växter och djur på och i lefvande djurorganismer, föranleder mig att utbedja mig sällskapets uppmärksamhet för förevisning af ett i blodet hos lefvande gädda af mig funnet lefvande djur. I dag 14 dagar sedan efter en undersökning af ögat hos en gädda lade jag en droppa af det i orbitan samlade blodet under mikroskopet och upptäckte där snart till min förvåning flera små djur, som med yttersta liflighet rörde sig mellan blodkulorna. För att öfvertyga mig att dessa djur ej kunnat komma från någon främmande inblandning, öppnade jag hjärtat och undersökte det därur på glaset utrunna blodet, samt fann där samma djur. Då glömska att medföra nyckeln till mitt mikroskop

[1]) Jfr biografiska meddelanden af SCHOLLER. Deutsche med. Wochenschr. 1900. s. 118.

hindrade mig att nämnda dag i sällskapet förevisa dessa djur, lät jag på morgonen i dag åter hämta 2 lefvande gäddor, som troligen länge gått i sump och därför voro mycket blodfattiga, så att jag blott erhöll några droppar blod ur hjärtat af hvar och en. I blodet af den mindre kunde jag ej finna något djur, hvaremot jag i den andras blod åter fann dem sådana jag här har äran förevisa dem. Lifligheten af djurets rörelse gör det svårt att i början säkert bestämma dess form. När åter rörligheten minskas, synes formen vara den af en något platt tryckt, smal cylinder, från hvilkens hela längd utgår en slags tunn kam eller man. Denna kam, hvars bredd på djurets midt är störst och där synes uppgå till väl den dubbla af kroppen eller cylindern, afsmalnar mot djurets båda ändar. I ena ändan af cylindern har jag tyckt mig finna en liten ringformig ansvällning, som ger sig tillkänna genom en starkare ljusbrytning. På midten af cylindern har jag äfven hos flera exemplar sett några punkter, som antyda inre organer. Den kamformiga bildningen synes vara djurets förnämsta rörelseorgan. Densamma är i en jämn vågformig rörelse fortgående från ena ändan af kroppen till den andra af största likhet med ciliarrörelsen. Då djuret lifligt slingrar, vänder och rullar sig, visar det sig, sedt ofvanifrån, under de mest olika former och med alla slags utböjningar och kanter, hvarom måhända bästa begreppet vinnes genom föreställningen af alla de former, som antagas af ett stycke linne, hvilket i alla riktningar plaskas i vatten. Storleken af de exemplar jag sett växlar mellan cirka $1^1/_2$—3 af de ovala blodkulornas största längd; största bredden mellan cirka $^3/_4$—$1^1/_2$ blodkulas bredd. Ännu på 6:te dygnet har jag sett dessa djur bibehålla lif i en liten blodsdroppa, hermetiskt innesluten mellan 2 glasskifvor i mitt rums vanliga temperatur af 12°. Hvad beträffar dessa djurs talrikhet i blodet, så har jag sett i en liten blodsdroppa åtminstone 8—10 stycken. Då jag bland 3 undersökta gäddor funnit dessa djur hos 2, så är skäl till den förmodan, att de förekomma ganska ofta. — Åtminstone af fiskens utseende och smak har jag ej tyckt mig finna anledning att misstänka någon sjukdom hos densamma. Så vidt jag har mig bekant, äro mikroskopiska hæmatozoer hittills blott funna af Professor GLUGE i Bryssel hos en groda samt enligt muntligt meddelande af Hrr D:r MALMSTEN och SUNDEVALL äfven för dem förevisade af D:r GRUBY i Paris i blodet af hunden.»

»Hr MALMSTEN anförde GRUBYS upptäckt af djur i blodet hos hunden; dessa djur voro såsom Hr MALMSTEN haft tillfälle själf öfvertyga sig, till stor mängd närvarande i hvarje droppa, röjde en utomordentlig liflighet, och man trodde sig på dem urskilja en hufvudända. Hos hundarna, uti hvilkas blod dessa djur förefanns, syntes intet tecken till sjuklighet.» [1]).

[1]) Det här omnämnda fyndet af blodparasiter hos hunden är så mycket egendomligare som det under senare tider icke blifvit bekräftadt. Vår tids forskning känner ej till några ofta förekommande hæmatozoer hos hunden i Europa. Då man ej kan antaga att GRUBY och MALMSTEN misstagit sig, måste man förklara deras fynd såsom endast temporärt uppträdande.

Efter denna tidpunkt tilltaga upptäckterna i mängd. Länge syntes de dock endast hafva det zoologiska intresset, men efterhand började man inse, att viktiga sjukdomar hos husdjuren och äfven hos människan kunde vara förorsakade af *Trypanosoma*-arter.

Vid en mönstring af alla hittills upptäckta species af detta släkte faller det sålunda strax i ögonen, att de från praktiskt kulturell synpunkt kunna delas i tvänne stora grupper nämligen den *patogena* och den *icke-patogena*. Då föreliggande uppsats endast afser att redogöra för trypanosoma-*sjukdomarna*, är det självklart, att endast de sjukdomsalstrande arterna här komma att behandlas. Ett undantag därifrån, men dock endast i viss mån, anser jag mig böra göra för den först beskrifna arten *Trypanosoma Lewisi*. Kent. Den kan på sätt och vis sägas intaga en medelställning. Under vanliga förhållanden synes den icke förorsaka egentliga sjukdomssymtom hos sina värdar, men under särskilda förhållanden och vid en del laboratorieförsök har den visat sig kunna medföra allvarliga rubbningar hos försöksdjuren. Då därtill kommer, att denna art varit länge känd och synnerligen noggrannt studerad i sina biologiska och patologiska förhållanden, synes det mig berättigadt att äfven därom lämna en kort framställning.

Trypanosomiasis hos råttor.

Orsak: *Trypanosoma Lewisi*. Kent.

Åtskilliga forskare antaga, att den första som sett och beskrifvit denna art varit Chaussat, hvilken år 1850 fann den i blodet hos *Mus rattus* [1]. Chaussat ansåg parasiterna vara unga nematoder och sammanställde dem ej med de förut upptäckta och beskrifna blodparasiterna. Många år därefter upptäckte Lewis [2] i Calcutta och andra delar af Indien samma organismer i blodet hos *Mus decumanus* och *Mus rufescens*. Lewis är på det klara med att han har för sig ett protozoon af Flagellaternas klass. Kent föreslog för detsamma släktnamnet *Herpetomonas Lewisi*. Numera hänför man djuret till släktet *Trypanosoma* och låter Lewis' namn utmärka arten.

Som ganska snart efter nyssnämnda upptäckt följde Evans' fynd af en liknande organism i blodet hos åtskilliga husdjur i Indien, uppstod för en tid någon osäkerhet rörande identiteten eller skillnaden mellan dessa blodparasiter. Efter åtskilliga kortare meddelanden i ämnet af andra forskare upptogs det först år 1899 till en allsidig bearbetning af Lydia Rabinowitsch och Walter Kempner [3]).

Genom en mängd iakttagelser har det blifvit konstateradt, att Trypanosoma Lewisi förekommer i blodet hos kloakråttor och andra i »vildt tillstånd» lef-

---

[1]) Chaussat. Thèse. Paris 1850. cit. i Laveran och Mesnil. Trypanosomes et Trypanosomiases. Paris 1904. sid. 53.

[2]) Lewis. Qvart. journ. microsc. science. 1879. s. 109.

[3]) Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankh. 1899. Bd. 30. s. 251.

vande individer af Mus decumanus och M. rattus öfver hela världen. A olika observationsorter har man dock funnit procentsiffran af angripna djur något varierande. Hos i labaratorier uppfödda individer förekommer parasiten dock icke, såvida djuren ej direkt infekteras därmed.

Den experimentella infektionen kan utföras på flerahanda sätt. Efter otaliga försök hafva såväl Rabinowitsch och Kempner som andra forskare funnit, att en injektion i peritonealhålan är den bästa metoden, subkutana och intravenösa injektioner kunna ock föra till målet, men ej så säkert som det förstnämnda sättet. Infektionen genomlöper därvid i regel trenne ganska väl skilda stadier. Under det första, som varar tre till fyra dagar, ser man en synnerligen rask ökning af parasiterna i peritonealhålan. Efter denna tid öfvergå de till kärlsystemet och fortsätta där att föröka sig, ehuru icke med samma intensitet som i bukhålan. Efter ungefär den åttonde dagen, stundom något senare, finner man ej vidare i blodet några former, som antyda att förökningen fortsätter sig därinom; man kommer nu till den tredje eller stationära perioden, hvars varaktighet kan variera betydligt. Man har funnit den växla mellan 20 dagar samt tre till fyra månader. Under denna tid äro alla de parasiter, som finnas i blodet, af den fullvuxna, mindre typen. I detta stadium befinna sig i allmänhet infångade, vilda råttor, som på naturligt, icke experimentelt sätt blifvit infekterade.

Till infektionsmaterial använder man parasithaltigt blod, hvaraf endast ytterst ringa mängd behöfves för att medföra önskad verkan. Man kan erhålla effekt icke blott af färskt blod utan äfven af blod, som blifvit förvaradt i isskåp ända till 30—50 dagar. Parasiterna bibehålla sin fortplantningsförmåga såväl uti fysiologisk koksaltlösning som i agglutinerande serumarter. Infektionens intensitet beror i regeln icke så mycket på mängden af det inympade materialet som på lifaktigheten hos de förhandenvarande parasiterna.

De flesta forskare anse, att infektionen icke medför några egentliga sjukdomssymtomer hos de ympade djuren; endast en omkring 24 timmars lindrig reaktion, bestående i någon dåsighet, synes följa den experimentella injektionen. En experimentator Jürgens har däremot funnit, att yngre djurindivider visade ganska svåra sjukdomsformer, bestående i dåsighet, afstannande af vikttillökning, dyspné, oedemer i bakre extremiterna, subkutana blödningar. Vanligen inträffade död under andra veckan. Gamla råttor visade icke denna reaktion och icke ens alla unga. Obduktionsfynden bestodo i blodfyllnad i lungorna med strödda inflammationshärdar, förstorad mjälte, svällda lymfkörtlar. Liknande iakttagelser äro gjorda af Francis. Mc Neal och Novy hafva uppvisat, att olika stammar af Trypanosoma Lewisi äga olika virulens. På detta sätt kan man förklara de olika resultat rörande såväl den naturliga som den experimentella infektionens faror, till hvilka skilda forskare kommit.

Egendomligt nog synes intet annat djur än råttorna vara mottagligt för infektion med denna parasitart. En del afvikande uppgifter förefinnas visserligen, men de härstamma från den tid, då man ännu icke så noga kunde skilja mellan de olika

arterna af Trypanosomasläktet. Koch, Rabinowitsch, Kempner, Laveran och Mesnil m. fl. samstämma i denna åsikt.

Undersöker man parasiten i ett färskt blodpreparat, vare sig mellan objekt- och täckglas eller i hängande droppe, finner man den äga en långsträckt, spolformig, fiskliknande gestalt, hvars ena sida är något konvext afrundad och försedd med en vidhäftad, undulerande membran. Kroppen, som består af ett finkornigt protoplasma, utlöper på ena ändan i en spets, under det att den andra är försedd med en fin, fri flagell eller gissel, som vid sin bas fortsätter sig i den ofvannämnda undulerande membranen. Parasitens rörelse sker genom membranen och flagellen. I regel går den flagellförsedda ändan förut, företagande kraftiga svängningar åt sidorna, membranen befinner sig i vågformig rörelse och hela parasitens kropp visar sig stundom liksom skrufva sig framåt. Rörelserna hos denna art äro vida snabbare än hos dess samsläktingar. Parasiterna förekomma alltid fria i blodvätskan, aldrig inneslutna i röda blodkroppar. En fullvuxen individ mäter, inclusive flagellen, 24—25 μ i längd och 1,5 μ i bredd. Hos lefvande individer kan man observera en eller annan punkt, som synes starkare ljusbrytande. Vid lämplig färgning finner man i midten eller närmare flagellens utgångspunkt en kärna; längre ned mot bakre polen ser man en mindre kromatinkropp (centrosom, blepharoplast, micronucleus kallad hos olika författare), slutligen finner man flagellen fortsätta sig i en trådformig sträng, som utgör den undulerande membranens fria rand och sluta i den nyssnämnda kromatinkroppen i bakre polen. Alla dessa partier upptaga lämpliga färgämnen starkare än kroppsprotoplasmat och membranen. Frågan om trypanosomernas *förböknings- och fortplantningssätt* har varit diskuterad på grund af olika uppfattning hos olika forskare. För närvarande är man mest allmänt böjd för att antaga, att i vertebratdjurets blod och kroppsvätskor sker förökningen på följande tvänne sätt. Det ena af dessa är den longitudinella delningen. Vid densammas början ökas parasitens längd, stundom ända till 35 μ, bredden tre- eller fyrdubblas. Kärnan och centrosomet ökas i volym, flagellens bas förtjockas. Längre fram dela sig kärna och centrosom, dock finnes icke någon bestämd ordning, efter hvilken denna delning försiggår. Samtidigt med centrosomet klyfver sig flagellen. Nu kommer turen till delningen af protoplasmat, och man får därvid bilden af en liten parasit med kort flagell, som mer eller mindre fullständigt sammanhänger med moderdjuret. Innan dotterdjuret blir fritt, kan det stundom i sin ordning ytterligare dela sig; på sådant sätt uppkomma de grupper, hvilka man stundom ser, bestående af en större och flera smärre parasiter, någon gång bildande en rosettform.

En annan form af förökning är den, i hvilken man icke kan urskilja moderdjuret. Rabinowitsch och Kempner hafva först med säkerhet iakttagit densamma, men icke lyckats framställa preparat med färgade flageller. Wasielewski och Senn [1]) betvifla dess förekomst. Men sedan Laveran och Mesnil först lyckats att framställa fullt tydliga preparat, hafva deras iakttagelser bekräftats af de här först nämnda tvenne forskarne [2]).

[1]) Zeitsch. f. Hygiene etc. Bd. 33. 1900. s. 444.

[2]) Centralbl. f. Bakteriologie etc. Bd. 34. 1903. s. 804.

Vid detta förökningssätt ser man parasiterna antaga en kulformig, oval eller irreguliär gestalt. I deras protoplasma synas kärnor af växlande antal, centrosomer strax invid kärnorna och från centrosomerna utgående korta flageller. Kärnornas antal kan vara 2, 4, 8, 16. Centrosomerna kunna stundom förekomma i dubbelt antal, emedan deras delning har föregått kärnornas. Alla de nu nämnda organerna kunna vara fullständigt delade, innan något spår af klyfning i protoplasmamassan märkes; snart börjar densamma emellertid antaga en rosettform med lika många uddar som kärnor och centrosomer finnas, och slutligen blir delningen fullständig. Vid lyckad färgning af preparaterna finner man i dessa fall alltid flageller. De unga parasiter, som på detta sätt uppkomma, kunna omedelbart börja dela sig genom längsklyfning, en procedur, som förklarar uppkomsten af en del synnerligen små former. Eljest utveckla sig de ur rosettformen härstammande parasiterna till fullmoget utseende och storlek.

Under början af Trypanosomastudierna voro flere forskare af den åsikten, att den här afhandlade arten var identisk med öfriga för de större husdjuren patogena arter. Närmare undersökningar hafva dock ådagalagt, att Tr. Lewisi äger bestämda artkaraktärer. Den är sålunda till sin gestalt smalare, dess undulerande membran är mindre veckad, den är lifligare rörlig under mikroskopet, dess protoplasma visar icke vid färgning de gröfre granula, hvilka man finner hos de andra, mera patogena arterna, kärnan är belägen ungefär vid gränsen af kroppens första och andra tredjedelar. Bakre ändan af Tr. Lewisi är äfven i regel spetsigare.

Dessutom äro förökningsformerna olika. Råttor, som äro infekterade med Tr. Lewisi kunna på samma gång inympas med Tr. Brucei eller Tr. Evansi [1]).

Till de karaktäristiska artskillnaderna torde äfven böra räknas den omständigheten, att Tr. Lewisi länge kan hållas lefvande vid låg temperatur. Likaledes synes det vara konstateradt, att andra djur än råttor icke kunna infekteras med denna art. Hos marsvinet iakttages efter peritoneal inympning en kort tids fortlefvande af parasiterna, men någon blodinfektion kommer ej till stånd, och ett fullständigt försvinnande af parasiterna inträder snart. Försök att på konstgjorda näringssubstrater odla Trypanosomer hafva blifvit gjorda i stort antal, men hafva misslyckats ända till allra sista året, då Mc Neal och Novy [2]) samt sedermera Laveran och Mesnil haft framgång med sina kulturer af Trypanosoma Lewisi. De förra af dessa författare hafva efter flerahanda försök stannat vid att såsom näringssubstrat använda en blandning af defibrineradt blod samt gelos i olika proportioner. Trypanosomerna föröka sig såväl vid vanlig rumstemperatur som vid 34—37° uti termostaten. Man kan ympa det ena glaset efter det andra och erhålla positivt resultat, blott man skyddar sina kulturer från inverkan af bakterier. Kulturerna hafva förmåga att infektera de mottagliga djuren; den tjugonde generationen har sålunda visat sig äga fullständig virulens. I kulturerna ser man en del egendomligare former och grup-

---

[1]) Rogers. Proc. of the Roy. Soc. 1901. s. 163.

[2]) Journ. of infect. dis. I. jan. 1904. s. 1. cit. af Laveran och Mesnil anf. arb. s. 55.

peringar, t. ex. särdeles små individer af 1—2 μ i längd, hvilket förhållande torde kunna förklara en iakttagelse af Mc NEAL och NOVY, nämligen att filtrater som passerat BERKFELDS filtra visat sig kunna infektera därmed inympade råttor. Därjämte iakttager man talrika rosettliknande grupper af djurindivider, hvilka tvärtemot förhållandena vid agglutination vända sina flagellförsedda ändar mot centrum samt dessutom hafva centrosomet liggande på samma sida om kärnan som flagellen utskjuter. Ungdomliga former af sferoid, spolformig gestalt samt former utan eller med föga utvecklad undulerande membran förekomma äfven.

Vid studiet af Trypanosomerna observerar man ytterligare ett fenomen af största egendomlighet och betydelse nämligen den s. k. *agglomerationen*. Den uppträder dels uti sådana prof, som längre eller kortare tid varit förvarade i isskåp; ännu bättre och fullständigare kommer den till stånd efter tillsatsen af ett agglutinerande serum. Det uppträder därvid en allmän agglomeration af de förefintliga parasiterna. Fenomenet börjar alltid på samma sätt; tvänne djur sammanhänga med sina bakre, icke flagellbärande ändar, beröringsstället är mycket inskränkt, andra individer komma därtill och lagra sig på samma sätt och snart har man en rosettartad bildning, hvars alla enskilda elementer bibehålla fullkomlig rörlighet. Hela gruppen ger intrycket af, att de i den ingående individerna med all makt söka att lösslita sig ur densamma. Flera sådana rosettbildningar kunna sammansmälta i större grupper, hvilka i hängande droppe rent af kunna iakttagas med blotta ögat, såsom i färg och ljusbrytande beskaffenhet urskiljbara från sitt omgifvande medium.

Dessa sålunda bildade grupper af parasiter kunna under vissa omständigheter åter lösgöras från hvarandra och hvarje individ blifva fullt fri och rörlig.

Låter man något för trypanosomerna dödande gift t. ex. kloroform eller formalin inverka på dem, uppträda äfven då agglomerationer men utan ofvan beskrifna regelbundenhet i bildningen och utan rörlighet.

Serum från råttor, som erhållit en viss grad af immunitet mot infektionen, visar sig kunna framkalla den ofvan beskrifna agglomerationen och detta i en grad motsvarande styrkan af immuniteten. Detta serum innehåller sålunda en agglutinerande substans, som efter längre uppvärmning förlorar sin verksamhet. Serum från friska djur utöfvar en ringa eller ingen agglutinerande eller paralyserande inverkan på här afhandlade organismer.

Råttornas naturliga infektionsvägar äro icke närmare kända. Man har gissat, att infektion skulle kunna meddelas genom löss och loppor, hvilka från angripna djur öfverfört dem till friska. Vid undersökning af nyssnämnda insekter har man visserligen sällan funnit några protozoer i dem, men om man krossar och uppslammar dem i fysiologisk koksaltlösning samt sedermera injicierar densamma i peritonealhålan på friska råttor, uppstår infektion på vanligt sätt. Instänger man friska och infekterade råttor i samma bur, blifva de friska råttorna snart angripna. Öfverflyttar man löss fångade på infekterade råttor och placerar dem på friska djur, finner man de senares blod parasithaltigt efter 2—3 veckors förlopp.

Dessa iakttagelser synas ådagalägga, att nyssnämnda insekter i fråga om råttornas infektion hafva samma rol som flugorna vid öfverförandet af andra Trypanosomasjukdomar.

I sammanhang med undersökningen och utforskandet af en infektionssjukdom uppställer man gärna den särskilda frågan, huruvida någon *immunitet* däremot kan vinnas eller ej. Äfven rörande trypanosomasjukdomarna hade man framställt detta spörsmål. De första som utrönt och besvarat denna fråga äro Kanthack, Durham och Blandford, hvilka i sin afhandling om skillnaderna mellan Naganasjukdomens parasit samt Trypanosoma Lewisi i korthet förklara, att råttor som genomgått en första infektion, äro oemottagliga för en andra inokulation. Denna iakttagelse har blifvit bekräftad och i en mängd detaljer utarbetad af Rabinowitsch och Kempner, Laveran och Mesnil m. fl. Förhållandet är så allmänt förekommande och så ofta uppvisadt, att några undantag från den allmänna regeln knappast gifvas. Däremot synes immuniteten icke ärfvas ens på mödernesidan. Ungar af immuna mödrar infekteras nästan lika lätt som andra individer.

I öfverensstämmelse med denna iakttagelse står, att agglutinerande substanser icke öfvergå från modrens blod till ungarnes. Den *aktiva immuniteten* hos råttor ådagalägges däraf, att vid en andra inokulation uppträda parasiterna endast undantagsvis och då helt öfvergående uti kärlsystemet, under det att de hastigt gå under redan uti peritonealhålan, där de blifvit införda. Snabbheten i denna procedur är något växlande. Hos kraftiga råttor, hvilka flera gånger blifvit ympade, kan en fullständig förstörelse af parasiterna vara färdig på en timme eller kortare tid, äfven om man injicierat en hel kub.-cm. särdeles Trypanosomarikt blod (1 parasit på 3 blodkroppar). Hela processen kan iakttagas i en droppe af peritonealsekretet. De hvita blodcellerna angripa parasiterna, suga dem fast vid sig och bilda sedan utskjutande partier, i hvilka parasiten gradvis men ganska snabbt indrages och upplöses i leukocyternas protoplasma.

Af nyssnämnda forskare hafva Rabinowitsch och Kempner ursprungligen uppvisat samt Laveran och Mesnil konstaterat, att serum från råttor, som erhållit flera injektioner af Trypanosomahaltigt blod, äger preventiva egenskaper. Om en passande mängd däraf injicieras hos mottagliga djurindivider kort före, samtidigt eller kort efter det de erhålla en inokulation, kommer ingen infektion till stånd. Har däremot infektionen redan gått så långt, att blodet innehåller utvecklade parasiter, bringas dessa i regel ej att försvinna genom injektion af nyssnämnda serum.

Den på nu anförda sätt förvärfvade *passiva immuniteten* synes ej alltid vara af bestående natur. Laveran och Mesnil hafva sålunda lyckats att någon tid efter den första behandlingen infektera samma råttor, men infektionen har blifvit lindrig och af kort varaktighet.

Serumarter af friska djur af andra species (får, kanin, häst, höns-fåglar) utöfva alls ingen inverkan på infektionens förlopp och följder.

Många intressanta detaljer rörande det immuniserande serums verksamhet i förhållande till använd mängd, inokulationstid och sätt, behandling förmedelst olika värmegrader, olika blandningsvätskor m. m. hafva blifvit offentliggjorda, men utrymmet tillåter ej att här meddela något däraf.

Nagana och andra därmed besläktade husdjurssjukdomar i Afrika.

Orsak: *Trypanosoma Brucei.* PLIMMER et BRADFORD.
Möjligen äfven andra species.

Den första kännedom om en hos de större husdjuren genom en flugas styng förorsakad sjukdom, som den europeiska forskningen erhållit, synes stamma från en resande JAMES BRUCE, hvilken under 18:de århundradet i Nubien och Abyssinien iakttog en epizooti bland kamelerna. Infödingarna ansågo att sjukdomen meddelades genom en fluga, och BRUCE ger i sin beskrifning en afbildning af densamma, i hvilken man trots dess ofullkomlighet kan igenkänna en *Glossina* [1]).

En fullständigare kunskap därom erhöll Europa genom DAVID LIVINGSTONE's resor och forskningar i Sydafrika. De meddelanden, han därom lämnat i sina beskrifningar, utmärka sig genom en stor noggrannhet och skarpsinnighet i iakttagelserna och hafva under senare tiders utförligare och mera detaljerade studier visat sig i sina alla väsentliga drag exakta.

LIVINGSTONE upptager den hos infödingarne gängse åsikten om sjukdomarnas utbredande genom styng af en fluga (*Glossina morsitans* Westw.). Han lyckades genom flerahanda försök ådagalägga, att så verkligen är förhållandet, att det icke kan vara tal om en infektion genom gräs och andra foderämnen. Han framhåller äfven, att den omnämnda flugan icke kan genom sina styng meddela sjukdomen åt människor. Han har likaledes gjort den erfarenheten, att flugans förekomst och härjningar äro inskränkta till vissa skarpt skilda områden eller distrikt, och att närliggande trakter kunna vara alldeles fria från denna landsplåga [2]).

Den egentlige upptäckaren af Naganasjukdomens väsen är den engelske militärläkaren DAVID BRUCE, hvilken efter intensiva studier inom Zululandets område under åren 1895—1897 publicerade sina rön. Hans arbeten, som delvis äro tryckta inom kolonien, äro ytterst svårtillgängliga annorstädes än i engelska, offentliga bibliotek.

Af alla senare forskare erkännas BRUCE's arbeten såsom grundläggande för hela läran om Naganasjukdomens etiologiska och experimentella områden [3]). En af

[1]) Anfördt efter BLANCHARD. Bull. de l'Académie de Médecine. 1901. Bd. 46. sid. 400.

[2]) DAVID LIVINGSTONE. En missionärs resor och forskningar i Syd-Afrika. Öfvers. Stockholm 1859. sid. 94 och följ.

[3]) Ordet *nagana,* som blifvit till fullo adopteradt af den europeiska vetenskapen, härstammar från Zuluspråket och betecknar det tillstånd af slöhet och kraftlöshet, som utmärker de sjuka husdjuren.



Bruce inokulerad hund sändes i november 1896 till England och blef utgångspunkten för en serie forskningar af Kanthack, Durham och Blandford under åren 1896—1898. En sammandragen framställning af deras undersökningar publicerades sistnämnda år.

Plimmer och Bradford hafva fortsatt undersökningarna särdeles hvad beträffar parasitens morfologi och hafva gifvit den artnamnet *Trypanosoma Brucei* [1]). Från ofvannämnda forskare hafva såväl Laveran och Mesnil som Nocard erhållit det virus, med hvilket de hafva utfört sina experimenter.

Den *geografiska utbredningen* af Naganasjukdomen är högst ansenlig. Visserligen kan man ännu ej med full säkerhet afgöra, huruvida de å olika ställen af den afrikanska kontinenten observerade epizootierna härstamma från alldeles samma parasitart — åtskilliga fakta tyckas tala för någon olikhet i detta afseende —, men man kan från praktisk synpunkt sammanföra alla i Afrika förekommande sjukdomar hos hästsläktet och de idisslande husdjuren, som visa sig vara förorsakade af Trypanosomer och som meddelas genom tse-tseflugor eller därmed besläktade insekter. Naganasjukdomen har sålunda visat sig inhemsk i Zululandet, Bechuanalandet, Mashonalandet, Mosambique, i Zambesiflodens dalområde, omkring sjöarna Nyassa, Tanganyika. Det tyska östafrikanska området är infekteradt, likaledes det engelska Östafrika. I trakten af Victoriasjön och i Uganda har man likaledes observerat sjukdomen. I Somali- och Gallaländerna, i Abyssinien, i Kongostaten, i Kamerun, i Nigerområdet, i Togo, i Senegal och Gambien, i trakten af södra Tsad, i Timbuktu, möjligen äfven i Algier hafva fall iakttagits.

I detta sammanhang torde det vara tillåtet att nämna, att Westwood, som mycket sysslat med tse-tseflugornas naturalhistoria, är böjd att antaga, att sjukdomen stundom kunnat i farsotlik utbredning öfverskrida sina vanliga gränser och att de egyptiska plågorna, som beskrifvas i 2 Mos. B. kap. 8. v. 24, varit af denna art.

I motsats till hvad som är fallet med andra sjukdomar, framkallade af protozoer, såsom t. ex. Malaria, Texasfeber m. fl. är Naganasjukdomen icke inskränkt till en enda eller några få besläktade djurarter, utan kan utveckla sig hos ett stort antal däggdjur. Man har redan pröfvat en ansenlig mängd, och raden torde nog komma att under försökens fortgång ytterligare ökas. Man kan antaga, att så godt som alla däggdjur äro därför mottagliga. Undantagen äro ytterst fåtaliga. Visserligen synas flere i vildt tillstånd lefvande idisslare kunna med lätthet tåla parasiternas närvaro i blodet, men om immunitet kan man dock ej tala i dessa fall. Människan synes icke mottaglig för naturlig inokulation med Trypanosoma Brucei. Fåglarne äro immuna. Sjukdomen kan ytterst lätt inokuleras såväl genom venerna som genom peritoneum och genom subkutant införlifvande. Sjukdomens inkubationstid varierar, beroende såväl på djurarten som på inokulationsmaterialets rikedom på parasiter och på deras mer eller mindre lifliga tillstånd.

Hos vissa djur, såsom råttor och möss, förökar sig Trypanosoma Brucei raskt

[1]) Proc. of the Roy. Soc. Bd. 65. 1899. s. 274.

och regelbundet. Hos dem är en mikroskopisk undersökning af blodet tillräcklig för ställande af diagnosen. I andra fall är detta prof icke tillräckligt, utan man måste taga till hjälp ett inokulationsprof af 1—3 kubcm. af det misstänkta blodet till något lätt mottaglig djurart.

Olika djurarter reagera på olika sätt mot Naganasjukdomen. Man kan indela dem efter sjukdomsprocessens tidsförlopp uti:

1:o. Djur, hos hvilka sjukdomen förlöper akut; t. ex. möss, råttor, hundar, apor.

2:o. Djur, hos hvilka sjukdomen förlöper subakut; t. ex. kaniner, marsvin, hästdjur, svin.

3:o. Djur, hos hvilka sjukdomen visar en kronisk karaktär; dit räknas alla idisslare.

Beträffande den första gruppens vanligaste experimentdjur råttorna, torde böra meddelas, att inokulation under huden medför en inkubationstid af två dagar; från peritonealhålan sprides sjukdomen på 24 timmar. Sedan parasiterna en gång uppträdt i blodet, föröka de sig så starkt, att de i mängd uppnå eller öfverskrida blodkropparnes antal. Sjukdomens enda utgångssätt är döden, hvilken plägar inträda två till tre dagar efter det Trypanosomerna visat sig i blodet. Vid inokulation med svagt toxiskt material kan inkubationstiden förlängas, men har sjukdomen en gång utvecklat sig hos de mera mottagliga djuren, blifver deras blod lika virulent som efter starkare inokulationer. De ympade råttorna synas ej i regel förete några sjukdomstecken, icke heller temperaturförhöjning, förrän kort före döden, då de visa en viss grad af somnolens. Hunden är ytterst mottaglig för infektion, inkubationstiden efter subkutan inokulation varierar mellan två och sex dagar, sjukdomen medför en irregulier, remitterande feber; hela sjukdomens förloppstid är två till tre veckor. Symtomerna bestå i allmän svaghet, oedem i könsdelarne, ansvällning af inguinalkörtlarne, stundom grumling af hornhinnan.

Hos apan och katten utvecklar sig sjukdomen på liknande ehuru något långsammare sätt. Af intresse är en iakttagelse anförd af Laveran och Mesnil, att en katt, som uppätit en nyss död, Naganainfekterad råtta, efter ungefär en månads tid visade starka symtom af sjukdomen samt efter 44 dagar afled.

Hos kaniner och marsvin plägar den inokulerade sjukdomens förlopp taga ett medeltal af resp. 30 och 50 dagar.

Det allra största intresset är fästadt vid *hästdjuren* och deras reaktion mot giftet. Man har däraf funnit, att hästar, åsnor, mulåsnor, korsningsprodukter af häst och zebra, af åsna och zebra, alla äro mottagliga. Rörande zebran själf har man någon tid trott att hon var immun, men de sista experimentatorerna, Grothusen och Martini hafva funnit, att hon åtminstone var mottaglig för virus, härstammande från Togo. De förut meddelade uppgifterna om zebrans immunitet torde kunna förklaras genom en långsammare utveckling af sjukdomen i de relativt få iakttagna fallen.

När ett hästdjur på naturligt sätt infekteras genom stygn af tsetseflugan, tager

inkubationen en tid af omkring tio dagar, vid experimentell inokulering med starkt virus kan inkubationstiden förkortas till fyra dagar. Samtidigt med Trypanosomernas uppträdande i blodet inställer sig en feber af remittent typ, som varar ända till djurets död. Symtomen af sjukdomen bestå för öfrigt i ruggighet i hårbeklädnaden, serös flytning från ögon och näsborrar, ansvällning af abdominalregionen och genitalia, öfvergående svullnad i bakre extremiteterna, stark afmagring, slö hållning, hängande hufvud, blekhet hos synliga slemhinnor, grumling af hornhinnan. Under sjukdomens sista stadier har djuret ett särdeles ömkligt och tärdt utseende; kroppen är delvis hårlös, delvis klädd med sträft, tofvigt hår, den förutnämnda ansvällningen af bakre extremiteterna och genitalia ökas, fullständig blindhet inträder stundom. Slutligen faller djuret omkull och är oförmöget att röra sig, respirationen blir påskyndad och djuret dör af kraftuttömning. Under hela sjukdomen synes djuret icke lida af några smärtor och fortfar att äta med god matlust ända till sista dagen.

Den här lämnade skildringen af sjukdomsförloppet stammar hufvudsakligen från Bruce och motsvarar egentligen symtomföljden vid den vanliga infektionen. Vid inokulationsförsöken visa sig någon gång vissa afvikelser. Såsom regel observerar man likväl, att feberns början sammanfaller med Trypanosomernas uppträdande i blodet, samt att variabiliteten i deras förekomst synnerligen noggrannt motsvaras af höjning och sänkning af kroppstemperaturen.

Plimmer och Bradford samt Laveran och Mesnil hafva ådagalagt, att svinet också är mottagligt för Naganasjukdomen. Hos detta djur är förloppet dock ganska långsamt, och Trypanosomerna uppträda mycket sent i det perifera blodet, långt efter det man funnit samma blod vara starkt infekterande för lätt mottagliga djurarter.

Hos *idisslare*, särskildt *nötboskapen*, visar sig Naganasjukdomen särdeles växlande. Ett ringa antal dör en vecka efter sjukdomssymtomens början, andra efter en månad, flertalet släpar sig fram omkring sex månader. Infödingar och kolonister i Zululandet förklarade för Bruce, att de ansågo, att ett litet antal djur tillfrisknade. Sjukdomsfenomenen äro hos nötboskapen mindre framträdande än hos hästar och hundar. De angripna djuren magra småningom, hårbeklädnaden blir sträf och ruggig, fläckvis bortfallande. Flytning från ögon och näsborrar inställer sig, en lindrigare tarmkatarr plägar också förefinnas. Uti många fall svullnar dröglappen; däremot ser man aldrig ansvällning af genitalia, bukvägg och bakben som hos de andra omnämnda djuren, ej heller blindhet. Parasiterna äro också mindre talrika i blodet. Febern är mindre prononcerad än hos hästar. Blodkulornas antal sjunker betydligt.

Några forskare hafva funnit nötboskap af en och annan lokal-ras immun eller ytterst ringa mottaglig för experimentell infektion. Fullständigare undersökning af dessa förhållanden erfordras naturligtvis, innan saken kan anses konstaterad.

Hos *får* och *getter* är sjukdomen af långsammare duration och mindre fram-

trädande symtomer, ej sällan finner man hos dem fullständigt tillfrisknande och därefter immunitet.

Hos djur, som dött af Naganasjukdomen, märker man vid undersökning af de döda kropparne ganska ringa patologiskt-anatomiska förändringar. En betydande anemi, förstoring af mjälten, af lefvern, af lymfkörtlarna, subkutana infiltrationer af gulaktigt, gelatinöst serum under huden, under slemhinnorna och mellan musklerna, pleurala och perikardiala exsudater, subperikardiala ecchymoser utgöra de hufvudsakliga men ingalunda alltid närvarande förändringarna. En viss skörhet i skelettets ben, särskildt i ryggkotorna samt en exsudation af serös-gelatinös massa omkring ryggmärgen förekommer äfven i mera långsamt förlöpande fall.

Naganasjukdomens symtomer och utveckling erbjuda många dunkla punkter. Man ser den sålunda förlöpa dödligt både då parasiterna äro talrika i blodet och i fall, där de endast förekomma sparsamt samt periodvis. I det förra fallet kunde man tänka, att massorna af de främmande organismerna kunde vålla cirkulationsrubbningar i centrala organer, tromber m. m. Men för det senare slagets fall synes en sådan förklaring otillräcklig. Man har då helt naturligt kommit att tänka på bildandet af ett giftigt ämne, ett toxin, som skulle kunna förorsaka de nämnda företeelserna. Försök att framställa detta toxin hafva blifvit gjorda af KANTHACK, DURHAM och BLANDFORD samt af LAVERAN och MESNIL, men hittills utan resultat.

Vid alla inokulations- och infektionsförsök måste man behålla i minnet den omständigheten, att virus kan i olika fall hafva olika styrka, och att på grund däraf en djurart eller vissa individer tillfälligtvis kunna synas immuna utan att vara det.

En verklig immunitet kan dock förekomma såväl alstrad på naturligt sätt efter tillfrisknande från en genom flugbett öfverförd sjukdom som äfven efter utförda laboratorieinokulationer. En sådan immunitet träffar man lättast hos idisslarne, särskildt hos geten.

Under studiet af morfologien hos Trypanosoma Brucei finner man redan vid undersökning af färska blodpreparater en viss skillnad mellan densamma och Tr. Lewisi. Sålunda visa sig rörelserna ej så hastiga som hos den sistnämnda. Vidare finner man i ett och samma djurs blod parasiterna af ungefärligen samma storlek och utveckling, men däremot icke små och stora former om hvarandra. Endast vid de tillfällen, då man observerar parasiter stadda i delning, kan man finna större individer. Vissa författare, såsom BRUCE, PLIMMER och BRADFORD, anse att djurets storlek är olika hos olika värdar, andra åter såsom LAVERAN och MESNIL hafva icke kunnat bekräfta denna skillnad. Storleken hos parasiterna utgör omkr. 26—27 μ, någon gång 28—33 μ, i längd samt 1,5—2,5 μ i bredd.

Vid undersökning af färgade preparater finner man hos denna art ett par egendomligheter, som skilja den från andra, närbesläktade, nämligen dels närvaron af ett antal större och starkare färgade granula i parasitkroppens främre hälft, dels en afrundning af bakre polen. Kärnan är aflång och belägen i kroppens midt; centrosomet, som är beläget i närheten af bakre polen, färgas starkare än kärnan. Det synes stundom omgifvet af en liten genomskinlig zon. Flagellen, vanligen fri

i sin spets, fortsätter sig i den undulerande membranens kanttråd och slutar i centrosomet.

Förökningen sker med säkerhet endast genom longitudinell delning, därvid centrosomet börjar att tillväxa och sedan klyfva sig itu, samtidigt förtjockas flagellens närliggande del och klyfver sig på motsvarande sätt. Kärnan ökas i volym, kromatinet samlar sig vid ändpunkterna, sedermera inträder tudelning, och de båda kärnorna öka afståndet sig emellan, nu skiljer sig protoplasman i tvänne ungefär lika stora delar omkring kärnan. De två nybildade individerna kunna stundom sammanhänga ganska länge och i de färska blodprofven visa tvenne flageller och tvenne undulerande membraner; sedermera skiljas de från hvarandra, och klyfningen börjar alltid i främre polen. Undantagsvis kan en ny klyfning börja, innan den första tudelningen blifvit fullbordad. Några andra förökningssätt hafva ej med säkerhet blifvit iakttagna. Frågan om tvänne individers konjugation och detta fenomens betydelse för fortplantningen är ännu ej fullt utredd.

Blod, innehållande denna parasit, kan behållas med verksam virulens under tre till fyra dagar, sällan längre. I köld förlorar det snart sin verksamhet, och parasiterna undergå deformerande förändringar. Parasiternas lifaktighet kan bibehållas, om blodprofven värmas till 40 ° C.; vid högre värmegrad gå de i regel under.

Liksom med Trypanosoma Lewisi var fallet hafva först Mac Neal och Novy[1]) samt senare äfven andra forskare lyckats med artificiell kultur af parasiterna i förut beskrifna näringsvätska. Odlingen visar sig likväl i detta fall vanskligare, misslyckanden förekomma oftare. Man har dock kommit så långt som till fjortonde generationen. De kultiverade parasiterna hafva sällan fullt samma virulens som de direkt ur blodet stammande, särdeles är detta fallet, om de hållits i en högre temperatur.

Agglomerationer kunna iakttagas hos dessa parasiter likaväl som hos föregående art; de äro dock sällan så utvecklade som hos denna. Vid tillsats af vissa serumarter erhåller man nämnda fenomen i mera karaktäristisk form.

När parasiterna befinna sig under mindre gynnsamma lifsvilkor, ser man dem förändra sin gestalt; de förkortas, afrundas och liksom sammanrullas. Sedermera kunna de sönderfalla, den mest resistenta delen af parasiten är centrosomet med flagellen.

Etiologien af Naganasjukdomen.

Redan Livingstone och hans följeslagare uppfattade på grund af inföddas uppgifter tsetseflugan såsom den egentliga bäraren af smittan. Livingstone uttrycker den förmodan, att det af flugan meddelade giftet skulle på något sätt reproducera sig; Major Vardon visade genom experiment med sin ridhäst, att endast en kort passage genom ett flugdistrikt var tillräckligt för att infektera hästen; det behöfdes hvarken att han därinom betade eller drack af befintliga vattendrag.

---

[1]) W. J. Mac Neal. The life history of Tryp. Lewisi and Tryp. Brucei. Chicago. 1905.

Samme forskare uttryckte också den uppfattningen, att infektionen på något sätt underhölls genom närvaron af det större villebrådet. BRUCE har först lyckats på ett öfvertygande experimentellt sätt visa detta. Man kunde visserligen icke i de fällda jaktdjurens blod mikroskopiskt framvisa parasiterna, men samma blod visade sig vid inokulationen fullt virulent och gaf typisk trypanosomasjukdom. Hos alla de på jakt dödade djuren förefanns icke detta fenomen. Hos bufflar, gnu, kudu och andra antiloparter samt hos hyena iakttogs infektionen. Som de angripna djuren icke syntes på något sätt sjuka eller afmagrade, måste man antaga, att infektionen hos dem är mycket kronisk, samt att deras organismer under tidernas lopp erhållit en viss anpassningsförmåga, som sätter dem i stånd att fördraga parasiternas närvaro samt kanske äfven hålla deras utveckling inom vissa gränser.

Genom otaliga försök är det bevisadt, att i naturen är den hufvudsakliga källan till infektion bett af flugor tillhörande släktet *Glossina*. Flugan suger blodet från ett infekteradt djur och meddelar infektionen därefter åt det friska djur, af hvars blod det sedermera söker mätta sig.

För svenskar kan det ju hafva ett visst intresse att erfara, att det första exemplar af en Glossinaart, som fördes till Europa, var infångadt af ADAM AFZELIUS under en resa i Sierra Leona 1793 och att det ännu finnes i behåll å Berlins museum. Vid denna tid hade ingen forskare någon aning om, hvilken stor plats dessa flugarter framdeles skulle komma att intaga i krönikorna om Afrikas utveckling och kultur. Icke ens när Glossinasläktet bestämdes och dess karaktärer beskrefvos af WESTWOOD, kände man något om dess betydelse såsom förmedlare af sjukdomar till människor och djur. Först genom LIVINGSTONE's ofvannämnda reseskildringar blef dess betydelse i någon mån känd. Senare tiders mångsidiga forskningar hafva ådagalagt, att icke blott Naganasjukdomen meddelas genom *en* art af dessa flugor, utan att flera, ja nästan alla species af detta släkte kunna vid gynnsamma förhållanden öfverföra parasitära sjukdomar.

Det närmare förloppet därvid har länge varit föremål för mångfaldiga undersökningar, men utan att någon fullt tillfredsställande förklaring vunnits. De äldre experimentatorerna voro af den åsikten, att det parasithaltiga blodet från ett djur omedelbart öfverfördes till nästa friska djur, som flugan angrep. Med minnet af malariaparasiternas fortplantning och förökning i myggornas inre organer sökte man länge efter någon liknande process inom tsetseflugorna men förgäfves. I ett arbete publiceradt under innevarande år hafva GRAY och TULLOCH [1]) meddelat, att de funnit vissa Trypanosomaarter ansenligt förökas inom kroppskaviteterna hos Glossina palpalis, men till några ytterligare rön i ämnet hade de då ej hunnit.

Just nu i dessa dagar kommer från ROBERT KOCH ett förutskickadt meddelande öfver hvad han i ämnet utrönt under sin sista Afrikaresa [2]). KOCH har undersökt ett betydligt antal tsetseflugor af olika arter såsom Glossina fusca, morsitans, pallidipes, tachinoides m. fl. Vid sina undersökningar iakttog han bland annat, att

[1]) Reports of the sleeping sickness commission. London 1905. S. 282.

[2]) Deutsche med. Wochenschrift. 1905. d. 23 nov. s. 1868.

flugornas gadd vanligen var fylld med en vätska, hvilken vid tryck på bulben kunde utprässas i form af en vattenklar droppe. I denna vätska funnos hos flera flugor Trypanosomer i stora mängder. Då vätskan var fri från röda blodkroppar och parasiternas antal större än någonsin i blodet, och då de därjämte befunno sig på olika utvecklingsstadier, låg det nära att förmoda, att Trypanosomerna dock hos Glossinaindividerna genomginge en utvecklingsgång liknande malariaparasiternas hos mosquitos. Detta antagande har Koch lyckats bekräfta. Förvandlingen sker hufvudsakligen i flugornas mage. Till en början synes en differentiering af de med blodet upptagna individerna inträda. En del antaga en fyllig, svälld form med stor, lösare kärna, en annan del får en smalare gestalt med fastare kärna. Koch antager de förra vara honliga individer, de senare hanliga. Någon kopulation har han icke iakttagit; anser mera sannolikt, att mikrogameter bildas. I nedersta delen af magen finner Koch individer, hvilka han anser vara befruktade honor. Hos dem ser man flera kärnor, men aldrig mer än ett centrosom med flagell. Sedan finner man flere former af ungdomligt, outveckladt utseende. Nämnas bör äfven, att den omnämnda vätskan i flugans snabel äfven innehåller fullt utbildade Trypanosomaindivider och att dessa antagligen förmedla infektionen, ett antagande, som står i god öfverensstämmelse med förut gjorda fåfänga försök att utföra experimentell infektion med innehållet i flugornas magar. I fråga om tsetseflugornas biologi förtjänar här att anföras, att såväl hanar som honor suga blod, samt att båda könen kunna meddela infektion. Glossina-honorna lägga ej ägg utan framföda en enda larv i sänder, hvilken snart förpuppar sig. Då deras förökning sålunda icke sker så rikligt som hos många andra insekter, vill Koch betrakta detta såsom den svagaste punkten uti infektionens kretslopp och håller före, att där kan ligga en angreppspunkt vid bekämpandet af Trypanosomasjukdomarna. Åtskilliga utredningar äro dock ännu af nöden, innan man kan på detta område börja en profylaktisk kampanj af liknande art, som den Ross anordnat mot malariamyggorna i Afrikas städer och de amerikanska militärläkarne igångsatt i Havana mot de gulafeberförande mosquitoarterna; båda dessa åtgärder hafva, såsom bekant är, lämnat särdeles goda resultat.

Behandling af infekterade djur.

På grund af antydningar af Lingard om nyttan af arsenikbehandling i den besläktade Surrasjukdomen har Bruce gjort försök därmed i Zululandet. Han gaf åt hästar en daglig dos af arseniksyrlighet, varierande mellan 0,36 till 0,72 gram i form af arseniksyrligt natron.

Medlet har onekligen visat en viss inverkan. Djurens allmänna tillstånd har förbättrats, arbetsförmågan har återkommit, anemien minskats, men när det på grund af operativa verkningar af medlet blifvit nödvändigt att sluta därmed, hafva parasiterna återfunnits i blodet och sjukdomen utvecklat sig på vanligt sätt. Någon gång har full bot vunnits men med den icke någon immunitet för framtiden.

Laveran och Mesnil m. fl. hafva vid sina laboratorieexperimenter pröfvat denna behandlingsmetod och därvid funnit, att för de mindre försöksdjuren fordra-

des en kvantitet af 0,1 milligram arseniksyrlighet för 20 grams vikt hos djuret. Intramuskulär injektion visade sig vara det bästa applikationssättet. Efter omkring 24 timmar voro parasiterna i regel försvunna ur blodet, likvisst endast för kort tid, ty efter 2—4 dygn uppträdde de åter däri, och en fullständig kur medelst arsenikbehandling uppnåddes aldrig. Man kunde dock genom repeterad behandling hålla djuren vid lif två till tre månader, under det de icke behandlade djuren i regel dogo på femte dagen. Hos hundar var inverkan af arsenikbehandlingen relativt mindre utpräglad.

Arseniksyrligheten utöfvar vid direkta försök i glaskärl samma inverkan på Trypanosomerna som kininet på malariaparasiterna, men uti den lefvande organismen finna de förra säkerligen tillflyktsorter, där arsenikverkan är mindre stark, och när arseniken väl är eliminerad ur kroppen, börja dessa öfverlefvande parasiter att ånyo proliferera.

På grund af förslag af Ehrlich och Shiga har man mot infektionen äfven försökt ett anilinfärgämne ur benzopurpurinets grupp, som blifvit kalladt *Trypanrödt*. Det har en öfvergående palliativ inverkan; verklig kur har dock ej därmed kunnat vinnas. På liknande sätt verkar ett annat färgpreparat *Malakitgrönt*. Enligt allra senaste meddelanden har Wolferstan Thomas i denna sjukdomsform och andra besläktade funnit ett afgjordt företräde hos behandling med *Atoxyl* (meta-arseniksyreanilid) med eller utan förening med trypanrödt.

Det är ju fullt naturligt, att man i en sjukdom af nu afhandlade slag skulle vända sig till serumbehandlingen. Af alla försökta serumarter har endast serum från människan visat sig i betydligare grad verksamt. Man erhåller vid detsammas bruk en minskning i sjukdomssymtomen, ett temporärt försvinnande af parasiterna i blodet, en förlängning af sjukdomsförloppet, i sällsynta fall fullständig bot.

Serum synes äga en specifik mikrobicid verkan på parasiterna ungefär liknande arsenikens, man iakttager vid dess bruk ej någon utpräglad förökning af de hvita blodkropparna eller någon fagocytos. Serumarter från däggdjur och foglar hafva visat sig overksamma. Serum från immuna djurindivider kan hindra sjukdomens utveckling, om det vid själfva inokulationen blandas med infektiöst blod; under andra förhållanden utöfvar det ingen vare sig preventiv eller kurativ inverkan.

Profylaktiska åtgärder.

Efter nutida åsikter i allmän patologi låg det nära till hands att i och för immunisering af husdjuren försöka något slag af preventiv ympning. Försök i denna riktning hafva ej felats. Man har därvid begagnat sig såväl af serumarter som af försvagadt Trypanosomavirus. De förra kunde visa någon verksamhet, om de injicierades samtidigt och blandades med det infekterande materialet; vid andra tillfällen visade de sig så godt som overksamma. Under de omständliga arbeten, som bedrifvits i detta syfte, har man ernått åtskilliga resultat, hvilka i ett och annat afseende tyckas vara hvarandra motsägande, och hvilka följaktligen erfordra ytterligare bearbetning. När sålunda äldre rön tyckts gifva vid handen, att vissa djur-

arter eller djurraser voro immuna (zebran, åsnerasen från Maskat o. s. v.), hafva förnyade försök visat, att så icke varit fallet. Såsom immunitet har understundom en mera utpräglad tolerans mot sjukdomen blifvit uppfattad; och då man uteslutit Nagana endast på grund af saknaden af Trypanosomer i det perifera blodet, har man kunnat förbise möjligheten af infektionsämnets fortfarande bestånd i inre organer. En diagnos kan ej ställas med säkerhet utan inokulationsförsök på mottagliga djur.

Följande exemplen från äldre erfarenheter om andra infektionssjukdomar, hafva vissa forskare menat, att ett försvagadt virus skulle kunna framställas, om man lät parasiterna passera genom flera djurindivider af skilda arter, och att detta efter inokulation på människans husdjur skulle göra dem immuna [1]. Sålunda har Schilling fått ett ympämne efter passagen oxe—råtta—hund och sedermera inokulerat det på nötboskap. Han uppgifver, att efter dessa försök parasiterna visat sig omkring 10—13 dagar efter inympningen men försvunnit efter tre till fyra veckor. De så behandlade djuren hafva hållit sig friska uti flera år, senare företagna ympningar hafva visat negativt resultat. Som möjligen den invändningen kunde göras, att dessa profylaktiska ympningar kunde skydda mot den konstgjorda infektionen men ej mot den naturliga, har han låtit sina ympade djur arbeta i tsetsedistrikter men likväl kunnat behålla dem friska.

Andra författare, exempelvis Koch [2], äro af den åsikten, att dylika »immuna» djur i själfva verket äro spridare af smittan, så fort de komma inom tsetsedistrikter. De äro ingalunda parasitfria utan endast parasit-okänsliga; de kunna väl användas som bruksdjur, men blifva till skada för andra kreatursbesättningar, emedan de tillföra de på platsen befintliga flugorna nytt infektionsmaterial. Han anser därför olämpligt att på detta sätt söka bekämpa Nagana och andra därmed besläktade sjukdomar och håller före, att man säkrare om också långsamt kommer till målet genom flitiga blodundersökningar på husdjuren i de infekterade områdena, genom de sjuka djurens isolering, möjligen äfven genom nedslaktning.

Trypanosomasjukdom hos hästar i Gambia [3].

Orsak: *Trypanosoma dimorphon.* Dutton et Todd.

Ehuru här anförda sjukdomsart icke har erhållit lika omfattande bearbetning som t. ex. Naganasjukdomen, synes det likväl vara i högsta grad sannolikt, att de bägge forskare, hvilka bestämt den här anförda parasiten, hafva rätt i att anse den som ett särskildt species. Deras rön datera sig från åren 1902—1903, då de voro utsända till Västafrika särskildt för att studera Trypanosomasjuk-

[1] A. Schilling. Über die Tsetsekrankheit oder Nagana. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. 1904. s. 476.

[2] Deutsche med. Wochenschr. 1904. n:r 47.

[3] Dutton and Todd. First Rep. of the Trypanosomiasis Exped. to Senegambia (1902) Liverp. 1903. s. 24.

domen hos människan, hvilken kort förut blifvit för första gången upptäckt af den förre bland dem. Under sina jämförande undersökningar funno de, att bland de fåtaliga hästarne inom Gambias kolonialområde en icke ringa mängd herbergerade Trypanosomer i sitt blod. Hos andra djur än hästar förekommo parasiterna ej såsom följd af naturlig infektion. Symtomerna hos hästen vid den naturliga infektionen bestå först i en nedsättning af det allmänna krafttillståndet samt däri att temperaturen är något höjd dock ej öfverskridande 39 ° C. Några veckor senare synes djuret mera lidande, afmagrar, går med hängande hufvud, ögonen fördunklas, tillfälliga perioder af feberstegring inträffa och under dessa äro parasiterna alltid talrikare i det perifera blodet. Mot slutet af sjukdomen blifva afmagringen och kraftlösheten ännu större. Däremot hafva de nämnda forskarne aldrig iakttagit det oedem i buken och könsdelarne samt den egendomliga ruggighet och sträfhet i hårbeklädnaden, som äro så utmärkande för den egentliga Naganasjukdomen. Sjukdomen kan draga sig ut öfver mer än ett år. Tillfrisknande torde ej vara omöjligt i enstaka fall.

På experimentell väg kunna de flesta däggdjur infekteras med den här beskrifna sjukdomen. Möss, råttor, marsvin, kaniner, hundar, getter, får och nötboskap hafva visat sig mottagliga. Däremot hafva ympningar på apor fått ett negativt resultat. Hos intet af försöksdjuren hafva symtomerna uppträdt i så akut form som vid den egentliga Nagana. Vid mikroskopisk undersökning hafva de båda här nämnda forskarne ansett sig kunna af parasiternas växlande form draga den slutsatsen, att man hade för sig en annan art än den förut beskrifna och studerade Trypanosoma Brucei från Zululandet. De utbildade formerna i Gambiasjukdomen mätte 26—30 μ i längd samt 1,6—2 μ i bredd, men äfven andra och mindre former förekommo, 11—13 μ i längd, 0,8—1 μ i bredd med mycket kort, fri flagell och centrosom liggande nästan i ändan samt något större former (16—19 μ) med starkt afrundad bakre pol. Det är på grund af dessa olikheter som artnamnet *dimorphon* har blifvit antaget.

Laveran och Mesnil [1]), som experimenterat med infektionsämne erhållet från Dutton och Todd, vilja ej rätt gå in på denna olikhet i former och framhålla dessutom gent emot de engelska forskarne, att flagellen aldrig är fullkomligt fri utan att en strimma af protoplasmaväf fortsätter sig längs densamma.

Att Trypanosoma dimorphon bör uppställas såsom en särskild art, beror dels på dess morfologiska karaktärer, dels på dess egenskap att infektera djur, som visat sig immuniserade mot andra trypanosomasjukdomar, dels slutligen på dess svagare reaktion mot människoblodserum.

Den naturliga infektionen anses af infödingarna i trakten förmedlas genom flugor. Alla på vanligt sätt utförda försök med de på platsen talrikt förekommande individerna af *Glossina palpalis* eller *tachinoides* samt *Stomoxys* hafva visat negativt utslag, möjligen därför att försöken icke företagits under rägntiden, hvilken af de infödda anses såsom farligast.

[1]) Anf. arb. s. 210.

Surrasjukdomen.

Orsak: *Trypanosoma Evansi.* STEEL.

Sedan urminnes tider har man i vissa distrikter i Hindostan med ofvanstående namn betecknat en sjukdom hos hästar och andra husdjur, hvilken plägade uppträda med symtom af ett allvarsamt allmänlidande men utan utpräglade lokala rubbningar vare sig före eller efter döden.

Redan år 1880 gjordes sjukdomen till föremål för noggranna studier af den engelske militärläkaren G. EVANS, och i slutet af samma år kunde han inberätta till den indiska regeringen, att han i blodet af de sjuka djuren funnit en liten trådformig, lifligt rörlig organism, hvilken han betraktade såsom sjukdomens orsak. Det är att märka, att EVANS vid dessa arbeten icke hade någon kännedom om LAVERAN's samtida upptäckt af malariaparasiten. EVANS antog till en början, att den funna organismen var en slags spirill, men sedan han fått kännedom om den af LEWIS beskrifna parasiten hos råttorna, insåg han släktskapen mellan de funna organismerna samt deras natur af animala flagellater. EVANS ådagalade äfven, att sjukdomen kunde genom blodöfverföring meddelas åt hästar och hundar.

STEEL fann samma parasit hos mulåsnor och kunde inympa den på apor och hundar.

Den noggrannare beskrifningen af organismerna härstammar från CROOKSHANK [1]). Sedermera har sjukdomen blifvit studerad af en mängd forskare såväl i europeiska laboratorier som under härjande epizootier i transoceaniska länder.

Surrasjukdomens geografiska utbredning är ganska ansenlig. I hela nordvästra och nordöstra delen af engelska Indien förekommer den, i engelska Birma, Manipur, Assam, i franska besittningarna i Indochina, Annam, Tonkin, inom flera områden af det kinesiska riket, inom holländska Indien, på Phillippinerna, Mauritius. Denna sistnämnda ö, som uti frågan om malarians utbredning har lämnat ett så lärorikt exempel, har äfven beträffande nu afhandlade parasitära djursjukdom presterat ett motstycke. Denna ö hade förut försett sig med boskap från Madagascar, men sedan kriget i Sydafrika och de därvarande truppernas förplägning absorberat exporten från Madagascar sågo sig innevånarne på Mauritius nödsakade att importera djur från Indien, och med dem följde Surrasjukdomen, som sedan år 1902 medfört en ytterligt stor dödlighet bland nötboskapen och andra husdjur på ön.

Liksom fallet är med Nagana är Surrasjukdomen inokulabel på de flesta däggdjur; den naturliga infektionen däremot synes begränsad till hästsläktet, idisslarne, kameldjuren, hunden. I sitt egentliga hemland är Surrasjukdomen aldrig utslocknad. Men den gifver dessutom tid efter annan upphof till utbredda och svårartade epizootier. I de experimentella fallen har man observerat en inkubationstid af 4 till 13 dagar. Därefter inträder en temperaturstegring, beledsagad någon gång af ett urticarieliknande utslag, vidare af blödningar under slemhinnorna, tårflöde, oedemer.

[1]) Journal of the microsc. Soc. 1886. s. 17.

Djuret är nedslaget och visar stor allmän svaghet. Slemhinnorna blifva allt blekare, stötande i gult. Anemien är ihållande och stegras alltjämt. De hvita blodkropparne tilltaga, de röda minskas och visa ej den vanliga rullbildningen. Febern är oregelbundet remitterande, feberperioderna motsvara noga de tillfällen, då parasiterna kunna iakttagas i det perifera blodet. Parasiternas mängd håller sig därvid vanligen till omkring 400 per kub.-mm.; i sällsynta fall har man sett siffran stiga till 350,000. Utgången är mycket ofta dödlig.

Hela sjukdomsförloppet är hos hästar 30--50 dagar, hos mulåsnor och åsnor åtskilligt kortare.

Hos idisslarne är sjukdomsförloppet något olikartadt. För det första är det mycket långsammare och kan draga sig ut närmare ett år, vidare förekomma ej så få fall af återgång till hälsa. Vid den sista epizootien på Mauritius var mortalitetsprocenten hos oxar 30 % under det att den hos hästar var 100 %. Hos nötboskapen finner man ej alltid parasiterna i blodet vid företagna undersökningar; diagnosen måste ställas med tillhjälp af inokulationsförsök.

Hos kamelen uppgifves sjukdomen taga ett ännu långsammare förlopp och stundom sträcka sig öfver tre år.

Hundar infekteras ofta på naturlig väg, de äro dessutom mottagliga för inokulationer; sjukdomsförloppet kan variera mellan två veckor och tre månader.

Hos en del försöksdjur, särskildt får och getter, iakttagas stundom fall af tillfrisknande och därefter immunitet mot Surrasjukdomen.

I de dödliga förlöpande sjukdomsfallen observerar man icke några särskildt i ögonen fallande anatomiska förändringar. Mjältförstoring är tämligen konstant, uppdrifning af lymfkörtlarne samt små blödningar under slemhinnor och serösa hinnor kunna äfven stundom förekomma.

Den sjukdomsalstrande parasiten, *Trypanosoma Evansi* erbjuder många likheter med *Tr. Brucei*. Storleken är ungefär den samma, 25—30 μ i längd, 1—1,5 μ i bredd Formen är i allmänhet något litet smalare och mera utdragen än den sistnämnda, bakre polen är i regel tillspetsad men kan äfven vara något afrundad. Kärna och kärnkropp hafva samma utseende och läge hos de båda arterna. Hos Surraparasiten observerar man mindre talrika kromatingranula än hos Naganaparasiten; dessutom är den fria delen af flagellen längre och rörelserna i färska blodprof lifligare. Förökningen sker genom klyfning. Agglutinationsfenomenen äro öfverensstämmande hos båda. Artificiell kultur lyckas endast sällan. De kultiverade parasiterna syntes snart hafva förlorat sin virulens och ägde ingen immuniserande förmåga [1].

Man har till en början, naturligt nog, trott att Nagana och Surra endast skulle vara varieteter af samma sjukdom. Noggrannare forskningar hafva dock visat, att de måste anses olikartade, hvilket särskildt ådagalägges af det faktum, att djur immuniserade mot den ena af dessa sjukdomar visat sig mottagliga mot den andra. *Orsakerna* och *utbredningssättet* för Surrasjukdomen äro ännu icke så utredda som

[1] LAVERAN och MESNIL. anf. arb. s. 241.

fallet är med Nagana. Å de hemsökta orterna har man ej observerat några Glossina-arter, som kunde beskyllas för öfverföringen. Det låg då nära till hands att söka efter analoga infektionsvägar, och såväl infödingar som europeiska forskare luta åt den åsikten, att smittan skulle förmedlas genom andra flugor, exempelvis *Tabanus tropicus, Tab. Lineola, Stomoxys calcitrans, St. nigra.* ROGERS [1]) bevisade genom en serie af försök, att de i Indien vanliga hästflugorna kunde kort efter det de sugit sjuka djurs blod, meddela sjukdomen åt friska och i isolering hållna djur, hvilka därefter insjuknade med samma inkubationstid som efter små blodinjektioner. Höllos däremot de infekterade flugorna utestängda en till fyra dagar, innan de släpptes till friska djur, förekom ingen infektion. Rörande hundar och andra köttätare har man äfven funnit, att de kunna ådraga sig sjukdomen genom att bita eller äta andra djur, lidande af Surra. Naturligtvis kan man ej här utesluta möjligheten att infektionen äger rum genom såriga ställen på munslemhinnan och icke genom digestionsorganerna.

Vid *behandlingen* af sjuka djur har man användt samma metoder som vid förut omnämnda besläktade lidanden och med ungefär samma resultater. Man har äfven, särskildt på Mauritius, försökt en mängd antiseptiska och antiparasitära läkemedel i olika ingifningsform utan att vinna något därmed.

I *profylaktiskt* hänseende torde man ej hafva skäl att för närvarande eftersträfva något slags immunisering af djuren; den bästa åtgärden inom angripna orter är att undersöka och nedslakta alla afficierade djur samt att efter bästa förmåga skydda djurstallarna mot inträngande af flugor på samma sätt som man i Italien skyddar sig mot mygg. Import af djur från smittade orter till friska bör naturligtvis antingen förbjudas eller ytterst noga öfvervakas.

Caderas-sjukdomen.

Orsak: *Trypanosoma equinum.* VOGES [2]).

Med namnet Mal des Caderas betecknar man i Sydamerika en sjukdom hos hästar, hvilken för den stora allmänheten i främsta rummet synes karaktäriserad genom en förlamning i höfterna, och hvilken följaktligen i folkspråket fått ett motsvarande namn. Ehuru namnet icke kan sägas vara fullt adekvat, har det likväl blifvit upptaget i den patologiska nomenklaturen och torde numera icke böra ändras.

Sjukdomen har länge varit känd i Sydamerika, och ganska noggranna beskrifningar däröfver hafva för nära 50 år sedan blifvit publicerade i lokala tidningar och tidskrifter, dock utan att väcka det vetenskapliga Europas uppmärksamhet. Med anledning af de senare årens betydelsefulla upptäckter inom bakteriologien, har man sökt och trott sig finna den sjukdomsalstrande bacillen, en åsikt som lik-

[1]) Proc. af the Roy. Soc. Bd. 68. 1901. sid. 163.

[2]) VOGES. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankh. Bd. 39. 1902. s. 323.

väl visat sig vara felaktig. Upptäckten af sjukdomsorsaken har skett ungefär samtidigt af tvänne, hvar för sig arbetande forskare, VOGES i Buenos Aires och ELMASSIAN i Paraguay, af hvilka den senare något tidigare fick sina rön publicerade.

Sjukdomen är utbredd öfver ansenliga sträckor af den Sydamerikanska kontinenten, sålunda till stora delar af Brasilien, Bolivia, Paraguay, många provinser och territorier tillhörande Argentina. Den har också visat sig på ön Marajo vid Amazonflodens mynning. Sjukdomen synes förhärskande uti träskartade trakter.

På naturligt sätt angripas af denna sjukdom endast hästdjur. Infektionen kan likväl med konst öfverföras till ett stort antal däggdjursarter. VOGES anser sig också hafva infekterat höns, ankor, kalkoner. Andra experimentatorer hafva vid inokulation på foglar erhållit endast negativa resultat.

Vid experimentell infektion af hästar kan man bättre än vid de naturliga sjukdomsfallen observera inkubationstidens längd, och den visar sig då i regel omfatta fyra till fem dagar. Efter denna period inträder den egentliga sjukdomens första stadium. Detsamma börjar i regel med en betydande feberstegring, 40 à 41 ° C. Denna blir i regel icke kvarstående. Vidare sjukdomssymtomer förekomma ej vid denna period. Djurens matlust och arbetsförmåga äro orubbade, kroppsvikten minskas ej, törsten kan stundom vara ökad. Har man djuren i stall och observerar dem noggrannare, finner man ej sällan förändringar i urinen, bestående i hemiglobinuri, stundom af mycket hög grad. Under hela denna period är djurets hårbeklädnad glatt och glänsande. Småningom inträder sjukdomens andra stadium. Äfven här är febern det bestämmande. Därvid observerar man sällan så höga tal som 40—41 ° C., men därjämte visa sig remissionerna mindre utpräglade än i början. Rena intermissioner förekomma ej mer. Djuren blifva nu slappa, likgiltiga, låta hufvudet hänga, afmagra högst betydligt trots kvarstående aptit. Törsten fortfar med ökad styrka, blodstasis och oedemer förekomma i de decliva delarne, särskildt i bakbenen men äfven å buken och genitalia. Håret förlorar nu sin glans och ligger ej mera så glatt vid huden. I flera fall, ehuru på långt när ej alla, visa djuren en vacklande gång, alldeles liknande en drucken människas, falla omkull och kunna ej utan hjälp resa sig. Det är detta fenomen, som har medfört sjukdomens spansk-amerikanska namn. Före dödens inträdande observerar man betydande och täta växlingar i temperaturen.

Sjukdomsförloppet kan vara af mycket olika längd, beroende på infektionens virulens och djurens motståndskraft. Tiden kan växla mellan 14 dagar och fyra månader.

De patologiskt-anatomiska förändringarna bestå i betydande torrhet i musklerna, serösa utgjutningar i brösthålan med fibrinösa aflagringar, utgjutning i hjärtsäcken af liknande beskaffenhet, blek hjärtmuskulatur, lindrigt förstorade lymfkörtlar, utgjutning i bukhålan, betydligt förstorad mjälte, likaledes sväld lefver, stundom något förstorade njurar. Serös utgjutning i de större ledgångarna.

Prognosen kan betraktas såsom absolut ogynnsam. Morbiditeten är också ansenlig. Såsom exempel må tjäna, att ett kavalleirregemente, hvilket i juni 1898

räknade 600 hästar, i november samma år icke hade mer än 100 kvar. Alla de andra hade dukat under för Caderas-sjukdomen. Under förloppet af sex månader förlorade en afdelning af fem argentinska kavalleriregementen 1,039 hästar och 489 mulor. I många trakter af Sydamerika har man såsom åkerbruksdjur måst använda oxar i stället för hästar, och i andra trakter, där man idkat uppfödning af halfvild boskap, har man måst upphöra därmed på grund af omöjligheten att behålla hästar åt de ridande herdarne.

Rörande orsakerna till Mal de Caderas har man helt naturligt vändt sina misstankar dels till möjlig förgiftning genom foder, dels till bakterier af ett eller annat slag. Intet af dessa antaganden har kunnat bekräftas. Sjukdomen har icke ens visat sig kontagiös hos djuren i försökslaboratorierna.

Äfven i de fall, där sjukdomen uppkommer på naturligt sätt, har man funnit, att om hela hästhjorden, inclusive de sjuka djuren, flyttas till en annan och frisk trakt, uppkomma icke några nya sjukdomsfall,

Sedan man utan bestämdt bevisande resultater sökt ur de sjuka djurens ryggmärg och andra väfnader kultivera patogena baciller, började man med inokulationen af blodet och fann detsamma i hög grad infektiöst. Infektionsämnet var så kraftigt, att det behöfdes blott att doppa en nål i det sjuka blodet och sedan insticka den i huden på en frisk häst för att han skulle efter vanlig inkubationstid insjukna i typisk Mal de Caderas. Blod och serösa vätskor från sjuka djur kunna inokulerade framkalla sjukdomen, men de delar däraf, som passera genom bakteriefiltrer, äro smittfria. Sjukdomsorsaken skiljer sig sålunda från gifterna i mul- och klöfsjukan samt gula febern, hvilka passera genom dylika filtrer.

Genom sjukdomen blir blodet i hög grad förändradt. I stället för att finnas 10 miljoner röda blodkroppar hos hästarne, sjunker siffran i de senare stadierna ned till tre à fyra miljoner, ja Voges har någon gång funnit ett så ringa antal som 800,000 pr kub.-mm. De hvita blodcellerna äro något förökade. Hemoglobinhalten sjunker ned till en tredje- eller fjärdedel af det normala.

Ympningar. Man har i denna liksom i liknande sjukdomar sökt studera olika djurarters mottaglighet för densamma, och man har funnit sig kunna med lätthet öfverföra densamma till möss, råttor och andra större och mindre gnagare, apor och hundar. Med idisslare, getter, får, oxar, äger det egendomliga förhållande rum, att de vida mindre reagera därför. Om parasiterna uppträda i deras blod under någon tid, så synas de ej vidare lida däraf, och sedan parasiterna efter någon längre tids förekomst försvunnit, synas de åtnjuta en fullständig immunitet mot vidare inokulationer.

Den sjukdomsalstrande organismen är en art af släktet Trypanosoma, som af Voges föreslagits till artnamnet *equinum*. Det sedermera föreslagna artnamnet Elmassiani torde ej vara skäl att upptaga i strid mot Voges' prioritet i benämningen. Trypanosoma equinum är i regel 22—24, någon gång 28—30 μ lång samt i regel 1,5, sällan 3—4 μ bred. Den liknar i storlek och öfriga karaktärer i hög grad sina samsläktingar Tr. Evansi, Tr. Brucei m. fl., men företer likväl vissa skiljaktig-

heter. Hos dessa senare är centrosomet särdeles tydligt och attraherar med styrka de vanliga färgningsämnena. Hos Tr. equinum är samma centrosom så ytterligt litet, att flere iakttagare rent af förnekat dess tillvaro. Det finnes likväl, ehuru det är synnerligen litet och endast ser ut som ändpunkten af den färgade flagellen och den därmed sammanhängande kanten af den undulerande membranen. LAVERAN och MESNIL hafva inokulerat med Tr. equinum och Tr. Brucei på en gång. De hafva funnit båda parasiterna samtidigt utveckla sig med någon öfvervikt för den senare arten. I blodprofven kunde man alltid skilja formerna från hvarandra, just i och genom centrosomets reaktioner. Kromatinkornen hos Tr. equinum variera i storlek och antal efter olika sjukdomsstadier. Den longitudinella delningsprocessen är likadan som hos de förut beskrifna arterna. Artificiell odling af denna art har ännu ej lyckats.

Sjukdomsformens egenart bevisas dels genom parasitens karaktärer, dels genom inokulationsförsök, vid hvilka det blifvit konstateradt, att djur immuna mot Nagana, Surra o. s. v. kunnat infekteras med Caderas och tvärtom.

Rörande det sätt, hvarpå Caderasjukdomen utbredes, äro meningarna ännu mycket delade, och tillförlitliga iakttagelser och försök föreligga ännu ej. Naturligtvis har man beskyllt vissa flugarter såsom *Mosca brava*, *Stomoxys nebulosa* och *St. calcitrans* för att utbreda smittan, men säkra bevis saknas. En egendomlig iakttagelse af Sydamerikas hästuppfödare förtjänar att antecknas. I Sydamerika lefver vid betesmarkernas vattendrag i stort antal en gnagare, som bär det vetenskapliga namnet *Hydrochærus capibara*. Tid efter annan förekommer bland dessa djur en farsot af okänd natur, som medför stor dödlighet, och deras döda kroppar synas då i stort antal i vattendragen. När hästuppfödarna iakttaga detta fenomen, anse de sig hafva skäl att frukta, att Mal de Caderas skall komma att härja i deras hästhjordar.

Likheten med pestepedemier bland råttor är omisskännelig. ELMASSIAN, som i bref till LAVERAN gjort detta meddelande, har dock ännu ej lyckats finna någon på naturligt sätt infekterad Hydrochærus.

Behandlingen af de sjuka djuren är hopplös. De vanliga medlen, arsenik och trypanrödt kunna försökas. Hufvudsaken blir profylaxen, och denna anser VOGES böra göras efter KOCHS ledande grundtanke vid malarians utrotning. Om alla de angripna djuren i god tid slaktas, finner den sannolika mellanvärden inga djur att infektera sig ifrån, och sjukdomens utbredning blir sålunda hämmad. Olyckligtvis kan en sådan anordning på grund af bristande kulturutveckling i Caderasjukdomens hemland ännu ej utföras.

La Dourine eller beskällaresjukan.

Orsak: *Trypanosoma equiperdum*. DOFLEIN.

Under lång tid har man såväl inom Europa som inom aflägsnare länder observerat en sjukdom, hvilken erhållit ofvanstående namn. Den har ursprungligen

och på den naturliga infektionens väg endast visat sig kunna angripa afvelsdjuren inom hästsläktet. Sjukdomen har under förra århundradet varit spridd öfver stora områden af vår världsdel såsom Spanien, Frankrike, Tyskland, Österrike, Ungern, Ryssland, Turkiet. Genom veterinärpolisåtgärder har man likväl lyckats inskränka dess härjningar och spridning, så att den nu endast anses förefinnas i ringa mån i Spanien, Ungern, södra delarne af Ryssland och Turkiet. Ju mindre noggranna de administrativa anordningarna äro, dess lättare kan sjukdomen kvarstanna, utbreda sig eller på nytt importeras från de länder, hvilka äro att betrakta såsom dess stamort, nämligen södra medelhafskusten, Marocko, Algier, Tunis, Tripolis samt dessutom Syrien, Persien, Mindre Asien. Sjukdomen har äfven visat sig inom andra världsdelar såsom Nordamerikas förenta stater, Chile m. m. På Java tror man sig äfven hafva funnit en med densamma fullt identisk sjukdomsform.

Den första som upptäckte sjukdomens verkliga orsak och natur var Rouget [1]), hvilken under år 1894 fann en Trypanosomaart uti blodet hos en häst från remontdepôten i Constantine. Under ett par år sysselsatte han sig med ympningar af infektionsämnet till andra djur, men efter denna tid gick infektionsämnet förloradt, och Rouget kunde ej skaffa något nytt.

Några år senare lyckades Schneider och Buffard att finna samma parasit hos tvänne af la Dourine lidande hästar från Algier och senare äfven hos en åsnehingst. Genom ympning på hundar hafva de lyckats hålla infektionsämnet vid lif, och detsamma har nu på mångfaldiga ställen inom Europa blifvit användt till experimentella inokulationer.

Hos *hästar* är sjukdomens förlopp vanligen kroniskt och man urskiljer i dess utveckling trenne perioder. De allra *första* symtomen, tillhörande första skedet, visa sig hos hingsten på 11:te till 20:de dagen efter den smittande parningen och bestå i ett ringa och öfvergående oedem å genitalia. Oedemet kan utbreda sig till ljumskarne, till bukväggen, vanligen är det kallt och smärtfritt, någon gång hett och ömmande vid beröring. De angränsande ytliga lymfkörtlarne ansvälla. Hos stoet äro symtomerna ännu mindre märkbara och bestå i ringa ansvällning och rodnad i vaginalmynningens slemhinna samt en obetydligare slemflytning därifrån. Djurens matlust är under detta stadium god, temperaturen öfverskrider ej 38 ° C.

Under det *andra* stadiet observerar man en del fläckar (plaques) af ett egendomligt utseende. Vid palpation däraf får man en förnimmelse liksom af en under huden liggande metallskifva, deras storlek växlar mellan en enkronas och en flathands, hårbeklädnaden är sträf och huden förtjockad. Dessa förändringar inträda 40—60 dagar efter infektionen. Dessutom inträda nu andra förändringar, såsom afmagring, trötthet, svaghet i bakre extremiteterna. Temperaturen kan stiga till 39 ° C.

Uti *tredje* stadiet utgöras de utmärkande symtomerna af en stark anemi samt paraplegi. Afmagringen är ansenlig, slemhinnorna bleka, rörelserna försvårade,

---

[1]) Annales de l'Inst. Pasteur. Bd. X. 1896. sid. 716.

bölder bilda sig, ögonhinnorna afficieras, ledgångarne styfna, frakturer inträda. Mot slutet faller djuret för att ej mer resa sig och visar fullständig okänslighet vid operativa ingrepp på flera kroppsområden.

Sjukdomens varaktighet går mellan två till tre månader, undantagsvis kan den uttänjas till ett till två år.

En akut form med snabbare utvecklingsgång kan stundom förekomma.

Hos *åsnor* är sjukdomen af långsammare utvecklingsgång och mindre utpräglade symtomer, hvarför detta djur ofta underhåller och utbreder smittan.

Den mikroskopiska demonstrationen af parasiten är ej allid lätt. Bäst lyckas man finna den i blodet från den närmaste omgifningen af de lokala fläckarna och ansvällningarna. Från blodkärlens innehåll får man sällan parasiten. Under sjukdomens gång växla fynden. Diagnosen kräfver kontroll medelst ympning på mottagliga djur.

Obduktionsfenomenen bestå hufvudsakligen i ansvällning, infiltrat i och uppmjukning af lymfkörtlarne samt i en hemorragisk ramollition af ryggmärgens nedre delar.

På experimentell väg kan sjukdomen meddelas åt hundar, kaniner, råttor, möss. Inokulationen kan utföras dels på mera vanligt subkutant eller intraperitonealt sätt, dels genom införande inom orbitan eller under kraniet. Särskildt är likväl att märka, att sjukdomsgiftet kan intränga genom oskadade slemhinnor t. ex. medelst en droppe blod införd i konjunktivalsäcken hos en kanin. Nötboskapsdjuren, apor, fåglar och amfibier hafva visat sig oemottagliga för infektion.

Laveran och Mesnil anse, att Tr. equiperdum är den beträffande morfologiska förhållanden minst utförligt iakttagna af de patogena Trypanosomaarterna. Vid undersökning af färska eller färgade preparater visar den sig äga ungefär samma eller något mindre storlek och skapnad som de andra. Kärna, centrosom, flagell och membran visa liknande förhållanden. Den bakre polen kan variera, i det den understundom synes afrundad, understundom utskjutande i tvänne spetsar, ett faktum som nyss anförda författare antaga bero på en kontraktilitet, som är starkare i kroppens längdaxel än i kanterna. En ganska karaktäristisk egenskap består däri, att protoplasmat hos dessa parasiter icke äger några starkare färgattraherande granula och sålunda mest liknar Tr. Lewisi. Dessutom är att anmärka, att man i vissa preparater finner en vakuol omedelbart mediant om centrosomet. I detta afseende liknar den Tr. gambiense hemtad från cerebrospinalvätskan hos negrer, lidande af sömnsjuka. De anförda författarne luta åt den uppfattningen att denna vakuolbildning kommer till stånd vid fixation af parasiter från andra vätskor än blodet, och att den sålunda icke skulle vara att betrakta som en biologisk egenskap.

Den longitudinella delningen är här iakttagen liksom hos de andra arterna.

Parasiten är ej synnerligt talrikt förekommande i blodet hos hästdjuren.

Sjukdomssymtomen i La Dourine hafva många analogier med de i Nagana och besläktade lidanden förekommande. Sålunda finner man äfven här anemien,

oedemerna i könsdelarne och kroppens nedre partier, affektionerna i ögonen och ögonlocken, afmagringen trots den goda matlusten.

Skillnaderna röja sig hufvudsakligast i sjukdomsförloppet, i närvaron af hudfläckar, förlamning i bakdelen och af ramollitionshärdar i ryggmärgen.

Att variationer i symtomen kunna förekomma i en sjukdom, som kan hafva ett mer eller mindre akut eller kroniskt förlopp, är självklart.

Såvidt man vet, hafva insekter alls ingen del i sjukdomens utbredning.

Sjukdomen visar äfven däri sin egenartade natur, att djur, som blifvit immuniserade mot densamma, kunna infekteras med t. ex. Nagana eller Caderas.

Sjukdomens spridning genom parning var känd och experimentellt bevisad, långt innan man anade dess parasitära natur. Hos djur, som ej användas till afvel, var den så godt som okänd, och i de få fall däraf, som iakttagits, torde man vara berättigad att sluta sig till en smittöfverföring genom ryktdon eller ströhalm.

Vid *behandlingen* af denna sjukdom hafva åtskilliga medel blifvit försökta. Framgång har vunnits i en del fall vanligast efter användningen af något arsenikpreparat med eller utan understödjande tillsatser såsom järn och stryknin. Serumbehandlingen har såväl i kurativt som preventivt syfte visat sig mindre pålitlig.

Hos några djurindivider, som på experimentell väg blifvit inokulerade, har man efter långa och svårartade sjukdomssymtom observerat en fullständig *immunitet*.

I och för en behöflig *profylax* måste man i de länder, som riskera att få sjukdomen importerad från dess nuvarande härdar, Algier och Navarra, anordna karantän med noggrann mönstring af alla djur äfven omfattande mikroskopisk undersökning af blodet samt i misstänkta fall inokulationsförsök till mottagliga djurspecies.

Beträffande redan angripna djur är det icke nödvändigt att nedslakta dem alla. Med hondjuren är det likväl den säkraste utvägen. Handjuren böra helst kastreras för att blifva urståndsatta att utbreda sjukdomen.

Inom de angripna områdena bör man naturligtvis på bästa sätt öfvervaka hästdjurens parning och särskildt hafva sin uppmärksamhet fäst på befintliga åsnehingstar, hvilka på grund af sin sjukdoms latens särdeles lätt kunna bidraga till smittans utbredande.

Den sydafrikanska gallsjukdomen (Galziekte) hos nötkreatur.

Orsak: *Trypanosoma Theileri.* LAVERAN.

Denna sjukdomsform, som icke tilldragit så stor uppmärksamhet som de flesta af närstående sjukdomar, synes vara väl skild från dem både genom den egendomliga och lätt igenkännliga parasiten samt därigenom, att den på naturlig infektionsväg endast synes kunna angripa nötboskapen. Sjukdomen är endemisk i Sydafrika och har först under senaste årtionde blifvit beskrifven af några därstädes

arbetande veterinärläkare [1]). Namnet på densamma har växlat, men man tyckes numera ena sig om ofvananförda benämning. Den förorsakande Trypanosomaarten upptäcktes först af A. THEILER, en schweitzisk, i Transvaal bosatt veterinär.

LAVERAN och BRUCE hafva nästan samtidigt föreslagit, att hans namn skulle användas för att beteckna arten [2]).

Såsom redan är nämndt, är sjukdomen inskränkt till nötkreaturen. Alla försök att inympa den på hästar, hundar, får, getter, kaniner, marsvin, råttor och möss hafva misslyckats. Hos olika raser af hornboskap märker man olika mottaglighet för smittan. De inhemska raserna infekteras mindre lätt.

Sjukdomen kan förekomma under djurens alla åldersstadier. Den uppträder i en akut och en subakut form. Tre till fem dagar efter den experimentella inokulationen insjuknar djuret i en feberattack, som varar flera dagar, men sedan försvinner. Infektionen åtföljes af en högst betydande anemi, därvid man stundom finner de röda blodkropparnas antal reduceradt till 2,5 millioner på kub.-mm. Formförändringarna hos dem och förhållandet med de hvita blodcellerna är likartadt med förhållandet i andra svåra anemiska tillstånd.

Parasiterna kunna vara rätt talrika i det perifera blodet, men de kvarstanna ej länge där. Man kan ej finna någon fullständig parallellism mellan Trypanosomernas antal och sjukdomssymtomernas styrka. Sjukdomen är ej sällan komplicerad med andra, stundom parasitära lidanden. Mortaliteten beräknas till omkring 12 %; resten af de angripna djuren tillfrisknar.

Vid *sektion* iakttager man en vattnighet i blodet, alla väfnader bleka med en ikterisk färgning, bindväfven seröst infiltrerad, hjärtsäcken innehåller betydligt med serös vätska, hjärtat slappt, lungorna hypostatiska, mjälten stor och skör, mesenterialkörtlarne ofta ansvällda.

Den karaktäristiska parasiten skiljes lätt från andra däggdjurstrypanosomer på grund af sin storlek. De största formerna mäta 60—70 μ i längd, 4—5 μ i bredd, men mindre former förekomma äfven. I färska blodprof visar parasiten en synnerligen liflig rörlighet. På vanligt sätt fixerad och färgad företer den en oval kärna i kroppens midt, ett rundadt, starkt färgadt centrosom i bakre polen, flagellens fria del är ungefär fjärdedelen så lång som kroppen, den undulerande membranen rikt veckad, protoplasmat innehåller många starkt färgade granula. Förökningen sker genom klyfning.

Man antager, att den naturliga infektionen förmedlas genom flugor. Tvänne arter *Hippobosca rufipes* v. OLFERS och *H. maculata* LEACH hafva blifvit föremål för försök och därvid lämnat positiva resultat.

Något botemedel har ännu ej upptäckts. På grund däraf att sjukdomen synes hafva blifvit utbredd genom de preventiva injektioner af defibrineradt blod, som företagits för att hejda utbredningen af boskapspesten, torde det vara nöd-

---

[1]) KALLE. Zeitsch. f. Hygiene und Infektionskrankh. 1898. Bd. 27. sid 44.

[2]) BRUCE. The Lancet. d. 8 mars 1902. s. 664.

vändligt att före sådana åtgärders vidtagande förvissa sig om, att det injicierade blodet härstammar från ett parasitfritt djur. Öfriga preventiva åtgärder måste för närvarande inskränkas till att på bästa sätt skydda boskapen mot flugor.

Möjligt är, att samma sjukdom äfven kan förorsakas af en besläktad men afvikande parasitform, som af LAVERAN blifvit benämnd *Tryp. transvaaliense.*

Trypanosomasjukdom hos människan.

Den afrikanska sömnsjukan.

Orsak: *Trypanosoma gambiense.* DUTTON.

Sedan mer än hundra år har man haft kännedom om en egendomlig sjukdom, som förekom hos negerstammarne i det västliga Afrika och som företrädesvis utmärkte sig såsom medförande en stark benägenhet att ständigt sofva. Under den tid, då slafhandeln blomstrade, kunde sjukdomen stundom framkalla rätt betydande mortalitet ombord på slaftransportskeppen, den kunde äfven utbryta hos de landsatta slafvarne i Vestindien och Sydamerika. Man märkte dock aldrig, att den grep öfver på vare sig den svarta eller hvita befolkningen i Amerika. Under början af förra århundradet gjordes den till föremål för studier af engelska läkare i Sierra Leone. Sedan dess hafva talrika kortare och längre uppsatser därom blifvit offentliggjorda af franska marinläkare.

En fylligare behandling erhöll ämnet genom en disputation af GUÉRIN (Thèse. Paris 1869), i hvilken redogörelse lämnas för icke mindre än 148 fall, alla observerade på Martinique under en tid af tolf år hos negrer, som införts från Västafrika. Sedan denna tid och under inflytandet af det vaknade intresset för de tropiska sjukdomarna hafva arbetena öfver denna sjukdomsform blifvit ännu mera talrika samt medfört ökad kännedom och förändrad uppfattning af dess etiologi och symtomer. Efter bakteriologiens segertåg genom medicinen och den allmänna kulturen var det naturligt, att många forskare på denna väg skulle söka efter den gåtfulla sjukdomens orsaker. Visserligen funnos bakterier i mängd, särdeles i sjukdomens senare stadier, men något verkligt bevis för deras etiologiska rol vanns ej. Andra hypoteser, som förlade orsaken i förgiftningar genom födoämnen, missgynnande sociala förhållanden, hemsjuka m. m., kunde ej bestå profvet för en pröfvande kritik. Någon större uppmärksamhet vann PATRICK MANSON's åsikt, att sjukdomen vållades genom Filariaparasiter i de sjukas blod. Denna åsikt syntes vinna stöd bland annat däraf, att sömnsjukans och Filariasjukdomens utbredningsområden sammanföllo, samt att Filariaindivider ofta anträffades i blodet hos sömnsjuka negrer. Äfven denna förklaring visade sig otillfredsställande. En annan hypotes om sjukdomens väsen fick äfven skjutas åt sidan. Man hade nämligen fått den föreställning, att den endast kunde angripa negrer, och särskildt negrer i Afrika, men senare iakttagelser ådagalade, att europeiska kolonister också kunde drabbas däraf. Rörande etiologien uttalades allra först af BRAULT på grund

af symtomlikheten med vissa experimentella djursjukdomar den förmodan, att någon Trypanosomaart skulle vara den egentliga orsaken [1]). Ett viktigt uppslag till en förklaring kom emellertid från ett annat håll. På sitt sjukhus i Bathurst (Gambia) vårdade FORDE under år 1901 en europé, som under sex års tid i egenskap af fartygsbefälhafvare befarit Gambiafloden. Hos denne, som led af en oregelbunden feber och därföre ansågs behäftad med malaria, upptäckte FORDE uti blodet alls inga malariaparasiter men väl en sorts andra organismer, hvilkas natur var honom obekant. DUTTON, som senare på året anlände till kolonien i och för malariastudier, undersökte organismerna i blodet på samme patient och igenkände dem såsom hörande till Trypanosomasläktet och en ny art, åt hvilken han gaf namnet *gambiense* [2]). Det egendomliga fyndet väckte inom den medicinska världen den största uppmärksamhet och med karaktäristisk energi skyndade universitet och lärda sällskap i Liverpool och London att utrusta vetenskapliga expeditioner med uppgift att å ort och ställe studera denna märkvärdiga sjukdom. Utrymmet tillåter ej en utförlig relation af de därvid vunna resultaten, som finnas meddelade i en mängd utgifna skrifter och rapporter [3]). Från början anade man ej, att något samband existerade mellan sömnsjukan och den egentliga Trypanosomasjukdomen. En italiensk forskare med engelsk utbildning och i engelsk tjänst D:r ALDO CASTELLANI kom på den lyckliga idéen att genom lumbalpunktion extrahera cerebrospinalvätska från patienter lidande af sömnsjuka och i densamma upptäckte han lefvande Trypanosomer [4]). Han trodde sig hafva funnit en ny art och gaf den namnet *ugandense*, en tysk forskare benämnde den *Tr. Castellanii* KRUSE. Den sålunda gjorda upptäckten kontrollerades på skilda orter inom Afrika af en mängd forskare, och öfverallt konstaterade man, att framskridna fall af sömnsjuka voro så godt som alltid förenade med närvaron af de nyssnämnda parasiterna i cerebrospinalvätskan.

Genom en mängd undersökningar synes också hafva blifvit bevisadt, att *Trypanosoma ugandense* eller *Castellanii* i är identisk med *Tr. gambiense* samt att Trypanosomasjukdom i blodet hos människan endast är ett föregående stadium till den egentliga sömnsjukan, om ock den senare icke alltid med nödvändighet behöfver följa på den förra.

Den *geografiska utbredningen* af Trypanosomiasis hominum är högst betydlig inom Afrika. Man kan nästan säga att, ingen månad förgår utan att en ny härd

---

[1]) Janus. Juli—Aug. 1898, s. 41 samt Traité pratique des maladies des pays chauds. Paris. 1900. s. 508.

[2]) FORDE. Journal of Trop. Medic. 1902. 1 Sept. sid. 261. DUTTON. Journal of Trop. Medic. 1902. 1 Dec. s. 363. DUTTON. Thompson Yates Laboratories' Reports. Vol. IV. Del. 2. 1902. sid. 455.

[3]) Jfr. bland andra: First Rep. of the Trypanosomiasis Exp. to Senegambia by DUTTON and TODD. London 1903. DUTTON, TODD and CHRISTY. Thompson Yates and Johnston Laboratories' Rep. Liverpool 1905, s. 1. Reports of the sleep. sickn. commiss. många häften. Proceedings of the Roy. Soc. m. m.

[4]) Journ. of Trop. Medic. 1 Juni 1903. sid. 167.

därför upptäckes. Bland kända stamhåll för densamma kan anföras: Västra Afrika från Senegal till S:t Paul de Loanda. Sjukdomen förekommer här såväl vid kuststräckan som djupt in i landet. Den har äfven visat sig i svåra endemier och epidemier i Östra Afrika, särskildt i Uganda och i Tysklands ostafrikanska besittningar. Såväl fastlandet som utanför liggande öar äro angripna. Syd- och Nordafrika äro ännu skonade, men skäl finnas att befara, att den ökade samfärdseln inom de svartes världsdel skall gifva sjukdomen en ännu större spridning. Bland *predisponerande omständigheter* torde man först böra meddela, att åldern synes vara utan inflytande. Vid de undersökningar af hela befolkningsgrupper, som blifvit verkställda af de utsända expeditionerna, har det visat sig, att barn ofta kunna vara angripna och herbergera Trypanosomerna i sitt blod och sina kroppsvätskor. Någon skillnad mellan de olika könen kan man ej märka. Däremot har man observerat, att sjukdomen mest angriper personer af de lägsta klasserna, som sysselsätta sig med åkerbruk och flodfart, under det att man hos höfdingefamiljer och andra bättre lottade icke finner sjukdomen proportionellt lika utbredd. Såsom redan ofvan blifvit nämndt, har den gamla åsikten, att den afrikanska sömnsjukan endast kunde drabba negerrasen, fått gifva vika. Nyare iakttagelser hafva ådagalagt, att individer såväl af blandraser som af rent europeisk härstamning kunna angripas däraf.

Hos de sjuka hafva Trypanosomerna kunnat uppvisas såväl i blodet som i cerebrospinalvätskan; sjukdomens symtombild kan vara såväl Trypanosomafeberns som den egentliga sömnsjukans. Årstiderna synas ej utöfva någon inverkan på sjukdomens frekvens, hvilket också är ganska naturligt på grund af åkommans långa latensperiod. Födoämnen och diet utöfva alls intet inflytande. Krig, hungersnöd samt ökad samfärdsel hafva på vanligt sätt bidragit till att sprida sjukdomen.

Sjukdomens egentliga härdar finner man längs utmed floderna och i starkt skogbevuxna trakter. Inom dessa regioner anträffas i ymnighet en stickande fluga, *Glossina palpalis*, Rob. Desv. När redan insjuknade personer anlända till sådana områden, ökas sjukdomsfallen. Finnas däremot inga sådana eller besläktade flugor, inträder ej någon utbredning af infektionen.

Sjukdomens symtomer, utveckling och gång.

Alla forskare öfverensstämma i att anse sjukdomens *begynnelsesymtom* synnerligen dunkla. Under denna tid förefinnas Trypanosomerna i blodet men endast i ringa antal. Hos negrer framkallas däraf knappast några sjukliga fenomener; hos européer däremot en oregelbunden feber. De senaste forskningarna i ämnet hafva uppdagat ett synnerligen intressant och för diagnosen viktigt förhållande. Under sjukdomens *första* stadium förekommer en specifik, genom parasiterna framkallad multipel Lymphadenitis. Nästan hvarje patient har sina cervikal-, axillar-, inguinal-, femoralkörtlar ansvällda. Om man sticker en Pravaz' spruta in i någon af dessa körtlar och därifrån uppsuger ett par droppar körtelsaft, finner man med lätthet Trypanosomerna ganska talrika däri, och detta under ett stadium, då de med

svårighet eller alls icke kunna uppvisas i blodet [1]). När feber tillstöter, har den en remitterande typ, anfallen kunna räcka två till fyra dagar, därefter återgår kroppsvärmen till normalen för att efter en kort tids förlopp åter stiga och antaga en hektisk karaktär med en aftonsiffra af 38,5—39,0 sällan 40,0. Puls och respiration kunna vara påskyndade. Oedemer och erytemer kunna inställa sig liksom anemi, allmän svaghet, afmagring, hufvudvärk. En ringa mjältansvällning förekommer stundom. Under sådana tecken kan sjukdomen draga ut på längden och sluta dödligt utan att någonsin inträda i den andra fasen eller den egentliga sömnsjukans symtomkomplex.

Huru länge detta stadium varar, har man svårt att bedöma; flerehanda observationer synas antyda, att det under vissa omständigheter kan dröja ett till sju år, innan den karaktäristiska sjukdomsbilden inträder.

Detta *andra* stadium utmärker sig genom tvänne hufvudsymtom: febern och rubbningarna inom nervsystemet. Den förra har i regel stora växlingar från morgon till afton, ungefär 37° och 39°. Den skiljer sig därigenom från den vanliga temperaturförändringen i malaria, där de högre siffrorna pläga förekomma om morgnarna. Temperaturstegringen åtföljes ej af frossbrytning och svettning. Pulsfrekvensen är ökad, betydande växlingar däraf kunna förekomma under samma dag, såsom t. ex. mellan 90 och 130. Respirationen är likaledes påskyndad. Under sjukdomens gång kunna emellertid flerehanda afvikelser från det regelbundna förloppet inträffa. De bero då på komplikationer, särskildt med malaria. Ett par veckor före döden brukar temperaturen sänka sig och nedgå under normalen. Denna sänkning måste alltid uppfattas såsom är dåligt prognostiskt tecken.

Från nervsystemets område uppträda under detta stadium olika slag af rubbningar. Till dem är att räkna först och främst en förändring i karaktär och väsende, som är synnerligen vanlig. Personer af intelligent och verksam natur blifva slöa och lättjefulla. Fattningsförmågan försvagas, den sjuke har svårt att förstå, hvad man säger till honom. Han blir ytterst lättrörd och råkar tidtals i gråt af ringa eller alls ingen anledning. Eljest utbildar sig hos honom en utpräglad apati. Ansiktet förlorar sitt vanliga, vakna uttryck. Svar på de frågor, man riktar till honom, komma endast efter långt uppehåll. Somnolensen ökas gradvis och den sjukes hållning blir karaktäristisk. Hufvudet sjuker ned mot bröstet, ögonlocken slutas. Till en början kan man väcka patienten ur dessa attacker, senare blifva de oemotståndliga, särskildt efter måltider. Slutligen öfvergå de till fullständigt coma, under hvilket döden plägar inträda. Bland öfriga tecken från nervsystemets sida äro att märka hufvudvärk öfver orbitalregionen, värk i ryggraden och thorax, darrning i händer och tunga, i sista stadiet rigiditet i nackens och de nedre extremiteternas muskler, epileptiforma konvulsioner, sällan däremot paralysier.

Ett anemiskt tillstånd förefinnes alltid, ehuru af växlande grad och stundom åtminstone delvis beroende på sådana komplikationer som malaria och Ankylosto-

[1]) Jfr Bruce och Nabarro, Greig och Gray m. fl. i Reports of sleep. sickn. commission. W. Thomas och Breinl. Trypanos. Trypanosomiasis and sleeping sickn. Liverp. 1905. s. 97.

miasis. Vid denna period är antalet Trypanosomer i blodet ganska ringa. Från yttre organer har man att anteckna oedemer, hudåkommor af flerahanda slag samt lymfadeniter.

Mjälten och i ringare grad äfven lefvern äro ansvällda. Matlusten kvarstannar till de sista stunderna.

Bland hittills ej nämnda komplikationer förtjäna att framhållas bronkit, pneumoni, lungoedem, decubitus.

Detta *andra stadiums duration* plägar utsträcka sig till 4—8 månader, sällan öfver ett år.

Parasiten och dess förhållande till olika djurarter.

Såvidt man nu kan döma af alla de experimenter, som företagits af de många forskningsexpeditionernas medlemmar, har man icke att göra med mer än en parasit. *Trypanosoma gambiense* DUTTON. Den har blifvit på experimentell väg inokulerad på ett stort antal af däggdjur, och de allra flästa af dem synas mottagliga. Hos aporna är infektionen förmedelst blod eller cerebrospinalvätska af särskildt intresse, emedan de därefter följande symtomen visa en stor likhet med människans Trypanosomiasis. Emellertid äro icke alla apsläkten mottagliga. Babianerna har man förgäfves sökt ympa; andra apor och halfapor äro i regeln mottagliga. De förnämsta symtomerna hos dessa djur bestå i feber, afmagring, anemi, mot slutet sänkning af temperaturen med somnolens. Temperaturhöjningen sammanfaller med uppträdandet af parasiterna i blodet. Sjukdomens hela omloppstid varierar mellan ett par veckor och tvänne månader. Någon gång inträder hälsa hos ett försöksdjur men därmed ej någon immunitet.

Inympningar med positivt resultat hafva blifvit utförda äfven på hundar, kattor, marsvin, råttor, möss, murmeldjur, igelkottar. Hos getter, får och hästar kan man väl framkalla en experimentell infektion, men symtomen blifva oftast lindriga. Nötboskapen tyckes i regel vara oemottaglig för denna Trypanosomaart, men som uppgifterna därom såväl från Ostafrika som från europeiska laboratorier delvis äro hvarandra motsägande, kan något afgörande omdöme därom ej ännu fällas, och detta så mycket mindre, som flere forskare otvifvelaktigt haft att göra med nya, ännu ej fullt bestämda arter eller varieteter af Trypanosoma-släktet.

Sömnsjukans patologiska anatomi.

De äldste forskarne upptäckte för mer än sextio år sedan, att vid obduktionen af i sömnsjuka aflidna patienter förändringar i hjärnan och dess hinnor förefunnos. Dessa förändringar bestodo i hyperemi och inflammation i meningerna, förökning af cerebrospinalvätskan, ökad vätskesamling i sidoventriklarne, vattnighet i hjärnsubstansen. Dessa fenomen har man äfven funnit hos apor, som dött efter experimentell infektion. För öfrigt motsvara de postmortala förändringarna till fullo hvad man på grund af sjukdoms- och komplikationssymtomerna hade skäl att vänta.

Den sjukdomsalstrande parasiten förekommer icke särdeles talrikt i människans blod, och de vanliga sätten att taga blodprof äro därföre icke tillräckliga för att

ådagalägga dess närvaro. Bruce och Nabarro hafva af denna anledning föreslagit en metod, som bättre för till målet. Man aftappar 10 kubcm blod ur en ven, blandar därtill en mindre mängd af en lösning af citronsyradt kali, centrifugerar denna blandning under 10 minuter. Denna åtgärd upprepas med plasmat fyra gånger, och det sediment, som bildas vid fjärde centrifugeringen, användes till mikroskopisk undersökning. Då det gäller att finna Trypanosomerna i cerebrospinalvätskan, aspirerar man medelst lumbalpunktion 10 kubcm däraf, centrifugerar denna vätskemängd i en fjärdedels timme och undersöker mikroskopiskt bottensatsen i rören. Parasiterna äro aldrig talrika här. De ägna sig ej heller så bra till fixations- och färgningspreparater. För detta ändamål äro parasiterna i blodet bättre, men som de hos människan ej förekomma i rikt antal, gör man bäst i att företaga inympningar på känsliga djur, och sedan undersöka deras blod, om man vill skaffa sig närmare kännedom om denna arts biologiska förhållanden.

För diagnosens ställande hos sjuka människor kan man såsom ofvan är sagdt punktera en lymfkörtel.

Trypanosoma gambiense mäter 17—28 μ i längd, 1,4—2,0 μ i bredd. Individer, som äro stadda i delning, äro längre och bredare än de öfriga. Flagellens fria del utgör en tredje- eller fjärdedel af den totala längden; stundom fortsätter sig dock protoplasmat ända till flagellens spets. Den undulerande membranen är ganska smal, den aflånga kärnan befinner sig i midten, centrosomet är mycket tydligt efter vanlig färgning. Den bakre polen varierar i form, stundom är den spetsig, stundom afrundad. Protoplasmat innehåller ofta tydliga kromatinkorn. Förökningen sker genom klyfning såsom hos de flesta andra Trypanosoma-arter.

De streptokocker, som man vid obduktioner finner i cerebrospinalvätskan, torde böra förklaras bero på en sekundär infektion.

Sjukdomens utbredningssätt.

Infödingarna i Västra Afrika anse Trypanosomasjukdomen såsom smittosam; sina sjuka isolera de ofta eller lämna åt sitt öde. Sjukdomen har på senare tider på ett oroväckande sätt utbredt sig både i västra och östra Afrika. När man emot dessa iakttagelser sätter de gamla observationerna, att sömnsjukan aldrig kunde få fast fot i Vestindien, är motsägelsen likväl endast skenbar, sedan vi numera lärt inse, att alla parasitära blodsjukdomar, som utbredas genom insekter, utslockna på importorterna, om ej insekter finnas, kapabla att upptaga parasiterna och öfverflytta dem på andra individer. Flera infödda stammar i Västafrika beteckna flugorna såsom förmedlare af sjukdomen. Genom Dutton's och Todd's undersökningar inom Gambiaområdet vann denna uppfattning ytterligare stöd, men de egentliga bevisen presterades år 1903 af Bruce och hans assistenter Nabarro och Greig [1]). Dessa forskare kunde genom en serie af experimenter ådagalägga, att om man lät individer af *Glossina palpalis* suga blod från sjuka negrer och sedan släppte dem att sticka friska apor, visade sig efter cirka två månader parasiter i blodet hos dessa

[1]) Brit. med. journ. 21 Nov. 1903.

senare. De nyssnämnda forskarne hafva också meddelat en karta öfver de trakter inom Ugandariket, som äro hemsökta af sömnsjuka, och de trakter, där Glossina palpalis förekommer, och dessa kartor äro fullständigt identiska.

Ännu saknas likväl en fullständig utredning, huruvida öfriga Glossina-arter eller andra insekter deltaga i utbredningen af människans Trypanosomiasis.

Diagnos.

Sjukdomen är under sitt första stadium svår att igenkänna. De vanliga feberanfallen kunna så lätt tolkas såsom beroende på malaria eller andra mer eller mindre kända klimatsjukdomar. Mikroskopisk undersökning af blodet är alldeles nödvändig, och om den icke leder till målet, måste man söka komplettera den medelst inokulationsförsök. Förstorade lymfkörtlar kunna punkteras, såsom ofvan är nämndt. Malariafebern, som i regel har sina temperaturmaxima om morgnarne, påverkas af kinin-intagning, hvilken blir utan all effekt på Trypanosomiasis. Filaria-sjukdom bestämmes medelst mikroskopet. Tachycardi samt växlingar i pulsfrekvensen utan motsvarande temperaturstegringar tala för Trypanosomasjukdom. När i senare stadiet nervsymtomen tillstöta med darrningar, hufvudvärk, somnolens o. s. v., är diagnosen lätt, särdeles inom de angripna områdena. Ett visst beaktande af andra nervlidanden, såsom Beri-beri, Tabes m. m., bör ju ej därföre försummas. Lumbalpunktion och undersökning af cerebrospinalvätskan får vid detta stadium ej underlåtas.

Prognos.

Alla forskare samstämma däri, att sömnsjukan alltid har dödlig utgång. Man kan sålunda endast genom omvårdnad af de sjuka förlänga deras lif och bevara dem för vissa svåra komplikationer.

Huruvida sjukdomen i sitt första stadium är botlig, kan för närvarande ej afgöras. På grund af erfarenheterna från vissa aparter, skulle man kunna förmoda, att det vore möjligt att hos människan häjda sjukdomen så, att blodinfektionen icke öfverginge på de centrala nervdelarna, men denna fråga fordrar omfattande arbeten för sin utredning.

Behandling och profylax.

Såsom lämpliga medel äro föreslagna och använda kinin, järnsalter, arsenikpreparater. Deras verkningar äro åtminstone palliativa. Arsenikbehandlingen har ju i besläktade djursjukdomar visat en viss verksamhet. Olyckan är emellertid, att de erforderliga arsenikdoserna synas öfverstiga den mänskliga organismens tolerans. Kanske torde man, såsom några författare föreslagit, finna bättre uträkning i att använda arseniklösningar i subkutan injektionsform.

All slags serumbehandling har hittills visat sig overksam. Profylaktiska åtgärder bestå dels i allmän personlig hygien, dels i utrotning af flugor och fluglarver, dels i användning af mosquitonät och andra medel för att hålla dem borta, dels slutligen i ett noggrannt val af de sundaste platser för bostäder och läger.

Den energiska verksamhet, som råder på den tropiska patologiens forskningsområde, har på kort tid vunnit glänsande resultat såväl i teoretiskt som praktiskt hänseende. Den kan och bör ej vara alldeles främmande för oss i vår aflägna nord. Den tropiska patologien kompletterar och fördjupar vår uppfattning af sjukdomarnes väsen och orsaker i allmänhet. Vi få ej heller förbise den, då äfven vårt lands barn uppehålla samfärdseln mellan söder och nord, då de faktiskt hemföra hvarjehanda tropiska sjukdomar, som måste rätt inses och tolkas, om återvändandet till hemmets hälsosamma klimat skall bringa dem den bot, som deras i aflägsna land ådragna lidanden kräfva.

Tryckt den 30 januari 1906.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 3. Nr 2.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 18. Nr 2.

TYPHUS-STATISTIK

AUS DEM PROVINZIALKRANKENHAUSE ZU LUND

VON DEN JAHREN 1887—1906

VON

SEVED RIBBING

LUND 1907.
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI.

S. 1—8 dieser Abhandlung begleiteten die Einladungsschrift zur Installation Prof. Axel Kocks als Professor der Nordischen Sprachen an der K. Universität Lund, am 14. Mai 1907.

S. 9 ff. begleiteten die Einladungsschrift zur Installation des Rektors an derselben Universität, am 1. Juni 1907.

Der Typhus abdominalis, Ileotyphus, Febris typhoides, gehört auch in unserem Lande noch immer zu den am meisten verbreiteten Infektionskrankheiten, deren Behandlung und Bekämpfung zu den Hauptaufgaben der Medizin und der Gesundheitspflege zu rechnen sind. Unter den Hospitalsärzten Schwedens sind die Ansichten gewissermassen geteilt betreffs der Frage, ob die Typhuskranken in die allgemeinen Krankenhäuser aufzunehmen sind, oder ob sie in speziellen, nur für epidemische Krankheiten eingerichteten Spitälern gepflegt werden sollen. Die geltenden offiziellen Vorschriften lassen die Frage offen, und verlangen nur, dass hinreichende Vorsichtsmassregeln gegen Verschleppung der Ansteckungsstoffe in den Krankenhäusern getroffen werden. Das Provinzialkrankenhaus zu Lund, welches zugleich die Stellung einer medizinischen Klinik der Universität einnimmt, hat die Typhuskranken niemals abgewiesen. Zur Orientierung über die dortigen Verhältnisse sei auch mitgeteilt, dass die Abteilung für innere Medizin früher wiederum in zwei Abteilungen geschieden war, deren eine der Leitung des Professors der praktischen Medizin, deren andere einem Primararzt unterstellt war, der nicht zugleich als klinischer Lehrer fungierte. Seit dem Jahre 1901 untersteht die ganze interne Abteilung dem klinischen Professor.

Da ich nun seit dem Jahre 1886 an genanntem Krankenhause angestellt bin, schien es mir zweckmässig über die darin behandelten Typhusfälle einiges zu berichten. Bei der Durchforschung der betreffenden Journalbücher nach der Typhusbewegung stellte sich heraus, dass eine Anzahl von 689 Typhuskranken im Laufe der Zeit Aufnahme gefunden hat. Die verschiedenen Jahre bieten was die Häufigkeit der Krankheitsfälle betrifft, ein sehr ungleiches Bild wie sich aus der folgenden Tabelle ergibt:

Tabelle I.

Im	Jahre	1887	kamen	32	Erkrankungen	vor;	davon	starben	5
»	»	1888	»	9	»	»	»	»	1
»	»	1889	»	30	»	»	»	»	0
»	»	1890	»	20	»	»	»	»	2
»	»	1891	»	22	»	»	»	»	1
»	»	1892	»	25	»	»	»	»	3

Im	Jahre	1893	kamen	22	Erkrankungen	vor;	davon	starben	3
»	»	1894	»	14	»	»	»	»	5
»	»	1895	»	28	»	»	»	»	4
»	»	1896	»	18	»	»	»	»	1
»	»	1897	»	30	»	»	»	»	4
»	»	1898	»	18	»	»	»	»	2
»	»	1899	»	62	»	»	»	»	8
»	»	1900	»	58	»	»	»	»	7
»	»	1901	»	54	»	»	»	»	6
»	»	1902	»	15	»	»	»	»	0
»	»	1903	»	15	»	»	»	»	3
»	»	1904	»	22	»	»	»	»	2
»	»	1905	»	165	»	»	»	»	27
»	»	1906	»	30	»	»	»	»	5

1887—1906 kamen also 689 Erkrankungen vor; davon starben 89.

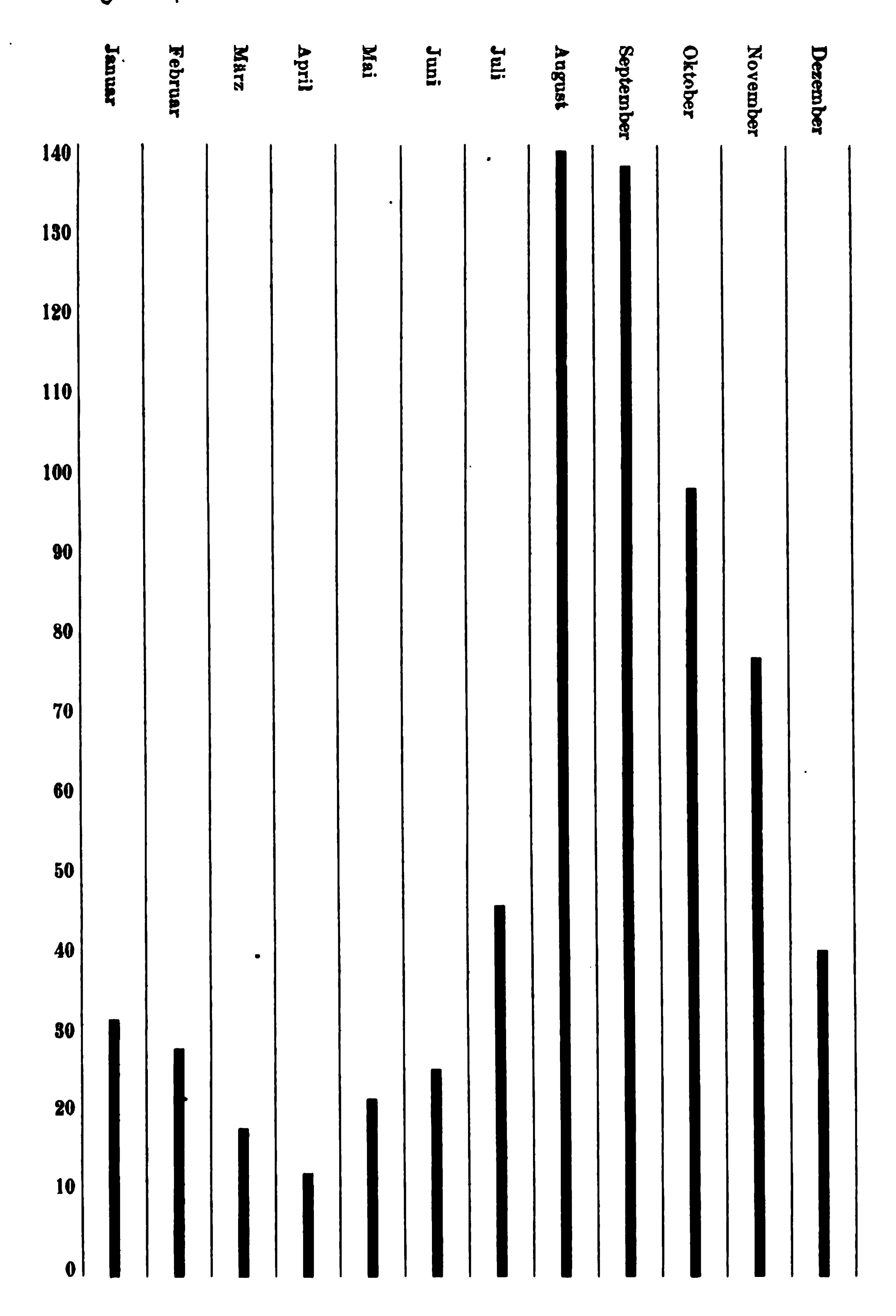
So wie die Krankheitsziffern für die verschiedenen Jahre wechseln, ebenso schwankend verhalten sich auch die Sterblichkeitszahlen. Während in einigen Jahren die Mortalität ziemlich gering war, ist sie in anderen Jahrgängen zu bedeutenden Zahlen gestiegen.

Der Zugang der Kranken verteilte sich folgendermassen auf die einzelnen Monate:

Tabelle I b.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	S:ma
1887	2	3	—	—	1	4	3	3	11	2	2	1	32
1888	—	—	3	—	—	—	—	—	1	2	—	3	9
1889	2	2	—	—	—	2	4	5	6	6	2	1	30
1890	—	—	—	2	2	—	2	2	4	5	2	1	20
1891	2	—	1	—	—	1	—	7	1	1	5	4	22
1892	—	—	—	—	2	—	2	1	5	4	9	2	25
1893	—	—	—	—	3	1	2	2	7	4	2	1	22
1894	1	—	—	—	3	—	1	—	5	1	1	2	14
1895	2	1	1	—	—	3	1	3	2	2	11	2	28
1896	1	4	—	—	—	—	2	1	7	2	—	1	18
1897	4	1	2	—	—	1	7	5	2	5	3	—	30
1898	—	2	4	—	2	1	2	—	—	3	3	1	18
1899	3	2	—	—	3	—	6	8	12	12	12	4	62
1900	3	—	—	—	—	—	3	3	27	8	11	3	58
1901	9	4	3	3	1	1	3	12	11	5	—	2	54
1902	1	1	—	—	2	—	1	1	1	3	4	1	15
1903	1	—	2	2	1	1	2	—	—	4	1	1	15
1904	—	2	2	—	—	3	1	5	4	4	—	1	22
1905	1	1	—	2	3	5	1	80	31	22	10	9	165
1906	—	6	1	4	—	3	5	2	2	4	1	2	30
Summa	32	29	19	13	23	26	48	140	139	99	79	42	689

Noch deutlicher tritt die Verteilung der Fälle auf die einzelnen Monate in folgender Kurve zu Tage, welche die Zugänge der Jahre 1887—1906, monatsweise zusammengezählt, umfasst.



Zu dieser Tabelle und zu dieser Kurve ist eine Erklärung notwendig. Die Kranken sind nach der Zeit des Eintritts in die Hospitalsbehandlung aufgenommen worden. Es könnte möglicherweise rationeller erscheinen sie nach dem Beginn der Erkrankung in die Tabelle einzuzeichnen, wie es von einigen anderen Forschern gemacht worden ist[1]; in vielen Fällen ist aber diese Zeit nicht genau zu ermitteln. Aus gewissen Gründen wäre es auch nicht am wichtigsten gerade diesen Zeitpunkt zu bestimmen, sondern vor allem den Zeitpunkt der Infektion; diese aber ist bei der Verschiedenheit der Inkubationszeit in den einzelnen Epidemien nach der Spitalsaufnahme der Patienten nicht mit hinreichender Genauigkeit festzustellen.

Unsere Kurve zeigt mit der von Berg[2]) mitgeteilten, aus den Jahren 1880 bis 1893 von der Leipziger Klinik stammenden eine grosse Übereinstimmung. Soweit aus der Abhandlung zu beurteilen ist, hat Berg bei Eintragung seiner Fälle in die Tabellen und die Kurven keine Reduktion der Zeit vorgenommen.

Die Verteilung der Fälle über die Monate und Jahreszeiten stimmt mit den Befunden früherer Forscher ganz genau überein. Wie Goth[3]) von Kiel anführt, so ist auch bei uns das spätere Halbjahr ungleich stärker belastet als das frühere. Wir können für die Monate Januar—Juni 142 Fälle, die 20,61 Prozent der Gesamtsumme entsprechen, verzeichnen, während auf die Monate Juli—Dezember 547 Fälle oder 79,39 Proz. kommen. Auf die Monate August und September allein entfallen 279 Fälle d. h. 40,49 Proz. der Totalmenge.

Unsere Kranken kommen teils aus der Stadt Lund teils aus der Provinz; die Stadt ist mit 230 Fällen repräsentiert, die Provinz mit 459. In diese beiden Summen sind doch wahrscheinlich ein paar Fälle miteingerechnet, die Reisende betreffen, die nach stattgehabter Infektion ausserhalb unserer Provinz hier eingetroffen sind und bei uns Krankenhauspflege gesucht haben. Das Verhältnis der in einem Jahre in dem Krankenhause behandelten Typhusfälle und der in der Stadt und der Provinz vorgekommenen Erkrankungen ist gewiss kein konstantes, doch kann der Wechsel in der Krankenhausstatistik als so ziemlich genau die Variation der Typhusmorbilität der Umgebung abspiegelnd angesehen werden.

Die Ätiologie der Erkrankungen liess sich nur bei einer geringeren Zahl der Fälle erklären. Bei 108 Kranken wurde befunden, dass der Typhus in ihrer Familie, in ihrem Wohnhause oder auf dem Hofe (in der Provinz) herrschte. Die hohe Krankheitszahl für das Jahr 1905 lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit auf Ausbreitung der Ansteckungsstoffe durch eine Meierei zurückführen, doch ist in diesen Fällen die Milchinfektion nicht immer leicht von der Kontaktinfektion zu unterscheiden.

---

[1]) Vergl. z. B. V. Goth: Die Typhusbewegung auf der medizin. Klinik in Kiel etc. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 39. S. 140.

[2]) Ein Beitrag zur Typhusstatistik. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 54. S. 161.

[3]) op. cit.

Was übrigens die Ätiologie anbetrifft, so ist zu bemerken, dass fünf Krankenwärterinnen aus der Provinz als typhusleidend aufgenommen worden sind. Von der drei Kilometer von der Stadt liegenden Landesirrenanstalt sind im Laufe der Jahre zwei männliche Wärter und fünf Wärterinnen hier gepflegt worden. Ob diese alle durch kleinere Hausepidemien in der Irrenanstalt oder auf andere Weise ihre Infektion bekommen haben, muss dahingestellt werden. Wenn wir die Ziffern unserer eigenen Angehörigen durchmustern, finden wir als Patienten verzeichnet vier Candidaten der Medizin, zwölf Wärterinnen oder weibliche Dienstangestellte des Krankenhauses, einen Heizergehülfen, einen Zimmermann. Alle diese Fälle können doch nicht als Krankenhausinfektionen aufgefasst werden. Von den Medizinern hatte sich einer ganz gewiss die Infektion bei einem Besuch bei Angehörigen zugezogen. Ein anderer war als Assistent des pathologischen Instituts tätig und ist wahrscheinlicherweise dort infiziert worden. Von den beiden anderen war einer Praktikant in der Klinik, der andere hatte mehrmals seinen im Krankenhause wegen Typhus abdominalis behandelten Bruder besucht. Die beiden letzten Fälle werden als Typhus domesticus bezeichnet. Von den übrigen im Krankenhause selbst übertragenen Fällen kamen nicht weniger als neun während eines speziellen Auftretens der Krankheit vor. Es war im Spätsommer 1899 nach einer besonders grossen Hitze — das Krankenhaus war übrigens sehr spärlich mit Typhusfällen belegt — als binnen 22 Tagen neun dem Krankenhause angehörige Personen erkrankten, nämlich fünf Wärterinnen, zwei Dienerinnen, der oben genannte Zimmermann und der Heizergehülfe. Die Art ihrer Ansteckung ist ziemlich dunkel. Um eine Wasser- oder Milchinfektion konnte es sich hier nicht handeln. Die Möglichkeit einer Kontaktinfektion kann dagegen nicht mit absoluter Bestimmtheit zurückgewiesen werden, und darum sehe ich mich genötigt diese sämtlichen Fälle einer Spitalinfektion zuzuschreiben. Von unseren übrigen Patienten ist während der betreffenden Beobachtungszeit *kein einziger* mit Typhus infiziert worden. Es bleiben also sechzehn Fälle, die als Typhus domesticus aufzufassen sind, ein Verhältnis, das in Ziffern ausgedrückt sich als ein Prozentsatz von 2,32 % darstellt. Diese Zahl stimmt mit der von Liebermeister für Basel mitgeteilten 2,40 % gut überein. Von neueren Autoren kann man Berg und Goth zitieren, bei denen die betreffenden Zahlen 1,5 % respektive 5,5 % ergeben.

Wiederholte Erkrankung an Typhus ist bei unserem Krankenmaterial mit Sicherheit nur bei einer Patientin festgestellt. Es betraf eine Krankenwärterin von einem naheliegenden Marktflecken, die ihren ersten Typhus in unserem Krankenhause drei Jahre vorher überstanden hatte. Beide Male wurde die Diagnose durch vollständige *Widalsche* Reaktion bestätigt. Mehrmals wurde von den Patienten über eine Typhuserkrankung in den Kinderjahren erzählt, eine solche konnte aber infolge mangelnde Genauigkeit der Beschreibung nicht festgestellt werden. Neuere statistische Berichte von verschiedenen Orten geben für solche wiederholte Erkrankungen bedeutend höhere Zahlen an; in mehreren solchen kommen Prozentziffern von 1,8 %—2,2 % vor. Berg dagegen hat bei seiner grossen Krankenzahl (1626

Personen) nur einen einzigen Fall beobachtet. Möglicherweise hängt diese Verschiedenheit der Angaben davon ab, wie viel Vertrauen der untersuchende Arzt den anamnestischen Berichten der Patienten schenkt.

Das *Alter* übt wie bekannt einen grossen Einfluss auf die Morbilität bei Typhuserkrankungen aus. Die folgende Tabelle 2 zeigt die Verteilung auf die verschiedenen Altersklassen:

Tabelle II.

	Morbilität				Mortalität			
	M.	W.	Summa	In Prozenten der Gesamterkrankungen	M.	W.	Summa	In Prozenten der Erkrankungen der p. p. Altersklasse
Unter 10 Jahren	32	24	56	8,12	6	1	7	12,50
10—15 Jahren	26	28	54	7,83	1	—	1	1,85
15—20 Jahren	75	64	139	20,18	5	7	12	8,63
20—25 Jahren	77	70	147	21,35	7	7	14	9,65
25—30 Jahren	68	48	116	16,83	11	7	18	15,51
30—35 Jahren	39	30	69	10,01	8	4	12	17,34
35—40 Jahren	17	19	36	5,22	5	2	7	19,44
40—50 Jahren	24	20	44	6,39	4	8	12	26,81
50—60 Jahren	11	6	17	2,47	3	1	4	23,41
60—70 Jahren	2	4	6	0,88	1	—	1	16,66
Alter unbekannt	3	2	5	0,72	—	1	1	20,00
	374	315	689	100,00	51	38	89	

Die Verteilung der Fälle auf die verschiedener Altersstufen ist bei uns ungefähr dieselbe wie in den übrigen Ländern Nord- und Mittel-Europas. Im grossen und ganzen stimmt die Alterskurve mit der durch Berg von der Leipziger Klinik mitgeteilten recht gut überein. Kleine Differenzen können meiner geringeren Gesamtsumme zuzuschreiben sein. Bei grösseren Zahlen werden solche Variationen eliminiert.

Der Höhepunkt der Morbilität fällt in die zeit vom 20. bis 25. Lebensjahre.

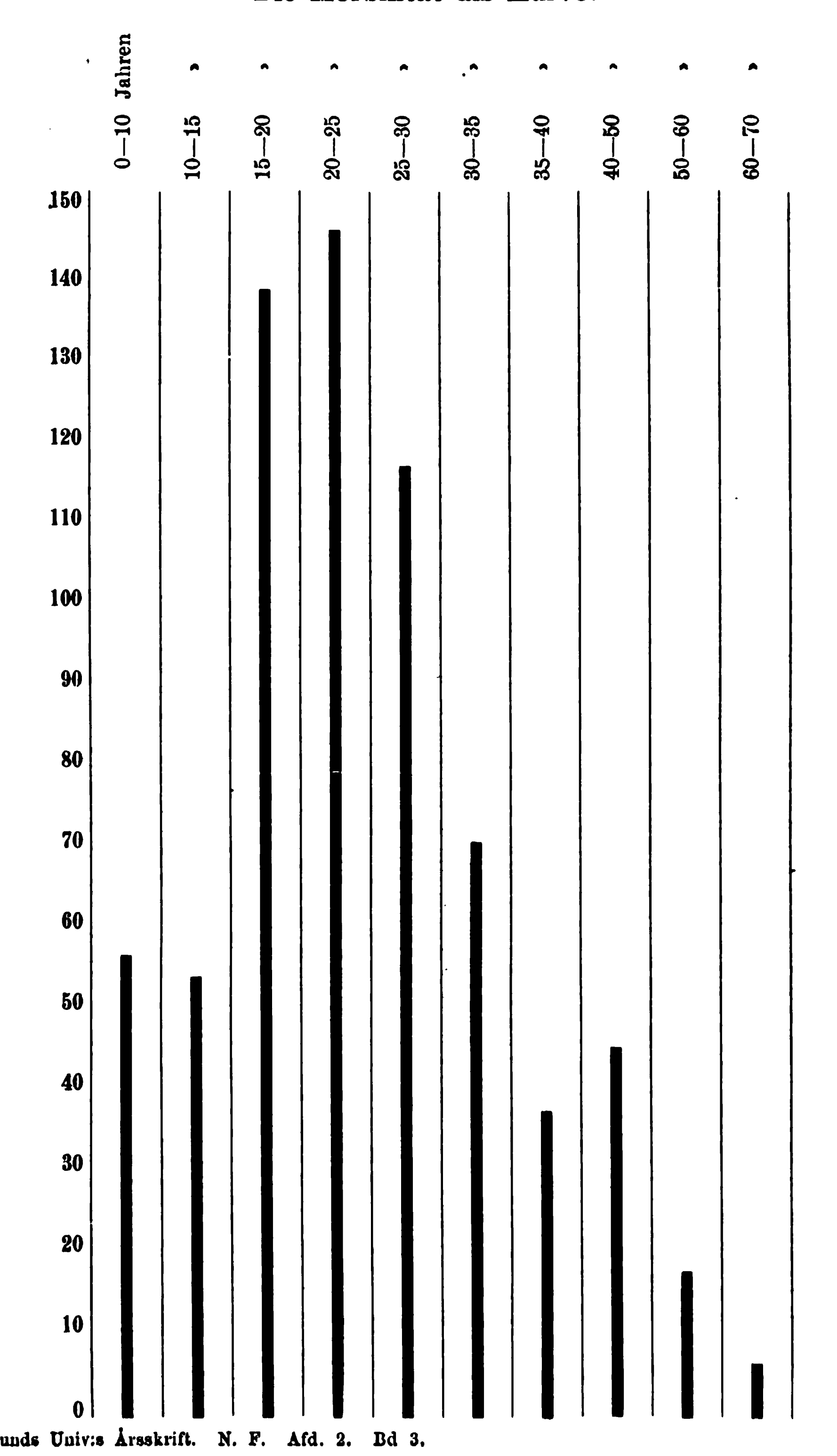
Bei uns ist die Prozentzahl 21,35
» Goth » » » 34,3
» Berg » » » 27,0

Darnach folgt die Fünfjahrperiode vom 15.—20. Lebensjahre

mit der Prozentzahl bei uns 20,18
» » » Goth 20,4
» » » Berg 22,4

Auf das Alter von 15 bis 30 Jahren entfallen bei uns 58,36 % von den sämtlichen Erkrankungen, eine Zahl, welche beweist, dass der Typhus abdominalis

Die Morbilität als Kurve:



vorzugsweise eine Krankheit der kräftigen Jugend und des Mannesalters ist. Die genannten Autoren und ausserdem noch andere haben in ihren statistischen Mitteilungen ein noch grösseres Übergewicht für die angeführten Altersklassen. Die Verschiedenheit kann möglicherweise davon herrühren, dass man bei uns die Kinder wie die Alten mehr ins Krankenhaus sendet. Neben dem Alter übt das Geschlecht einen Einfluss aus. In den meisten Jahrgängen überwiegt die Zahl der männlichen Kranken.

Unsere Zahlen sind:

Männer: 374 = 54,28 Prozent.
Frauen: 315 = 45,72 »

Ein ähnlicher und noch bedeutenderer Unterschied in der Frequenz der Geschlechter wird auch von anderen Forschern angegeben.

BERGS	Statistik	weist	für	Männer	62,2	Prozent	auf.
»	»	»	»	Frauen	37,8	»	»
LIEBERMEISTERS	»	»	»	Männer	63,3	»	»
»	»	»	»	Frauen	36,7	»	»
H. SCHULTZ'	»	»	»	Männer	65,5	»	»
»	»	»	»	Frauen	34,5	»	»

Andere Autoren z. B. MURCHISON und GRIESINGER geben an, dass beide Geschlechter gleichmässig von Typhus befallen werden und erklären das Überwiegen der Männer in den Krankenhäusern durch den Umstand, dass Frauen leichter in den Familien gepflegt werden können und dass sie nicht so gern wie die Männer die Krankenhäuser aufsuchen [1].

Was die Mortalität betrifft, so ist schon früher angeführt worden, dass von unseren Kranken 89 starben; die Gesamtmortalität beträgt also 12,91 Prozent. Hierzu ist erstens zu bemerken, dass bei uns alle im Krankenhause eintreffende Todesfälle mitgerechnet sind, auch die Fälle, die fast moribund im Krankenhaus eintrafen. Die Verteilung der Todesfälle nach den Jahrgängen ist in der Tabelle I angegeben, woraus man ersieht, dass die Sterblichkeit bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. Eine Berechnung der Prozentziffern für die einzelnen Jahre ist wegen der Geringheit verschiedener Jahressummen nicht vorgenommen worden. Die Mortalität nach dem Alter ist in der Tabelle II mitgeteilt. Aus diesen Berechnungen geht hervor, dass, wenn man von den Kindern unter 10 Jahren absieht, eine stetige Zunahme der Mortalität mit dem höheren Alter stattfindet. Dieselbe Observation findet man in fast allen neueren Statistiken. Früher hat man geglaubt, dass der Typhus bei den Kindern eine relativ geringe Mortalität zeige. Aus

[1]) MURCHISON. Die typhoïden Krankheiten. Deutsch herausgegeben von ZUELZER. Braunschweig 1867. S. 401.

GRIESINGER. Infektionskrankheiten in VIRCHOWS Handb. d. speciellen Pathologie und Therapie. Bd. 2. Abt. 2. Erlangen 1864. S. 154.

unserer Statistik geht das nicht hervor. Nach derselben ist die Mortalität im Kindesalter eben so gross wie in den Altersklassen von 20—25 und 25—30 Jahren zusammengerechnet. Diese Resultate stimmen mit den Angaben von Berg auf das genaueste überein. Goth hat dagegen geringere Zahlen gewonnen. Die Frage der Typhusmortalität ist von gröster Bedeutung nicht nur an und für sich sondern auch, wenn man sie in Verbindung mit den Behandlungsmethoden bringt. Es muss also jeder Spitalarzt, wenn er seine Statistik berechnet, ein besonderes Interesse für die Resultate anderer Forscher haben. Bei genauerem Zusehen findet man hier indessen, dass in einigen Berechnungen die Mortalität nicht nach demselben System berechnet ist. So gibt zum Beispiel Liebermeister in seinen *Vorlesungen* an [1]), dass wenn man nur die ausgebildeten Fälle berücksichtigt und die Grenze etwas so setzt, dass in die Statistik nur die Fälle aufgenommen werden, bei welchen die Temperatur 40° überschritten und das Fieber mindestens eine Dauer von zwanzig Tagen gehabt hat, ausserdem aber alle tödlich verlaufenen Fälle ohne Unterschied, so ergibt sich bei exspektativer Behandlung für die meisten Orte eine Mortalität von 20 Prozent oder mehr.

Eine derartige Berechnung kann man gewiss machen und sie hat auch in der Prognostik ein gewisses Interesse, ist aber für vergleichende Studien über die Typhusmortalität verschiedener Orte nicht anzuwenden. Aus dem reichhaltigen statistischen Material nehme ich darum einige andere Ziffern auf, die zum Vergleich dienen können.

Wir finden so z. B. in den älteren Berichten von Murchison und Griesinger folgende Zahlen.

Murchison hatte im Londoner Fever Hospital eine Mortalität von 18,5 Prozent.
Griesinger » » Züricher » » » » 18,8 »

Der letzere gibt jedoch an die gelinderen Fälle nicht mitgerechnet zu haben.

Da diese Ziffern für unsere Zwecke nicht besonders brauchbar sind, auch nicht von dem Gesichtspunkte aus, dass sie von früheren Zeiten stammen, in denen die Spitalshygiene und die Behandlung nicht dieselben waren wie heute, sind die neueren Angaben als zutreffender zu betrachten. Wir finden also bei Berg eine Mortalität, die mit unserer Beobachtung ziemlich genau übereinstimmt. Er verzeichnet nämlich 12,7 Prozent der Fälle. Von der Rostocker Klinik berichten Rühn und Suckstorff [2]) aus den Jahren 1893—1900 über eine Sterblichkeit von 11,2 Procent. Von anderen Autoren werden geringere Ziffern angeführt, Eichhorst [3]) zum Beispiel hatte bei einer grösseren Epidemie in Zürich im Jahre 1884 eine Mortalität von 9,1 Prozent [4]). Noch geringere Zahlen findet man bei Goth mit 5,1 Prozent Jür-

[1]) Vorlesungen üb. spec. Pathologie und Therapie. I. Leipzig 1885. S. 145.

[2]) Deutsches Archiv für klin. Medizin. Bd 71. S. 324.

[3]) Die auf der medizinischen Klinik angenommenen Patienten hatten doch eine Sterblichkeitsziffer von 18,6 %.

[4]) Deutsches Archiv für klin. Med. Bd 39. s. 271.

GENSEN[1]) gibt an bei besserer Behandlung der Typhusfälle (speziell mit Bädern) eine Mortalität von 7,8 gefunden zu haben und meint, wenn die Kranken früh genug ins Krankenhaus kommen und wenn die Badebehandlung richtig eingeleitet und fortgesetzt wird, die Mortalitätsziffer der Typhuspatienten bis 2—4 % herabdrücken zu können.

Dass die Mortalität je nach dem *Alter* wechselt, ist eine allgemein bekannte Tatsache. Die speziellen Prozentziffern sind in der Tabelle II angegeben und stimmen in ihren Beziehungen zur Gesamtmortalität und zu den Krankenzahlen recht gut mit den von BERG und GOTH mitgeteilten Ziffern überein.

Die Schwankungen der Mortalität in den verschiedenen Jahrgängen findet man in der Tabelle I. Daraus ergibt sich, dass man in einigen Jahrgängen keinen einzigen Todesfall zu verzeichnen hat, und doch haben sich die Krankheitsfälle in diesen Jahren nicht durch einen besonders leichten Typus ausgezeichnet. Solche Schwankungen, wenn auch nicht so bedeutend, sind zum Beispiel von KÜHN und SUCKSTORFF gleichfalls für Rostock mitgeteilt.

Die Mortalität nach dem *Geschlechte* zeigt bei uns dasselbe Überwiegen beim männlichen Geschlechte wie bei einigen neueren Forschern.

Bei uns starben von 374 Männern 51 also = eine Mortalität von 13,63 %
» » » » 315 Frauen 38 » » » » » 12,06 %

Dies stimmt mit den von EICHHORST von der Züricher Klinik mitgeteilten Ziffern gut überein. Er fand bei Männern eine Mortalität von 14,5, bei Frauen eine solche von 12,4 Prozent. Die kleinere Ziffern von GOTH zeigen dasselbe Überwiegen der männlichen Sterblichkeit mit den Zahlen 5,4 Prozent für das männliche, 4,5 für das weibliche Geschlecht.

Andere Autoren haben entgegengesetzte Erfahrungen gemacht.

So berichtet BERG über eine Mortalität der Männer von 14,7 %
» » » » » » » Frauen » 15,2 %
» » LIEBERMEISTER » » » » Männer » 12,0 %
» » » » » » » Frauen » 14,8 %
» » MURCHISON » » » » Männer » 17,68 %
» » » » » » » Frauen » 18,89 %

In Bezug auf die *Dauer* und den Verlauf der Krankheit ist erstens mitzuteilen, dass die weit überwiegende Zahl unserer Kranken in der ersten Krankheitswoche aufgenommen wurden. Nur in wenigen Fällen kamen die Kranken erst nach Verlauf der zweiten Krankheitswoche an. Es hat sich auch hier gezeigt, dass die Prognose bei den in späteren Stadien eingelieferten Kranken sich schlechter gestaltet als bei den zu Beginn der Erkrankung aufgenommenen.

Zur Charakterisierung der *Schwere der Fälle* kann man soweit es möglich ist ihre Dauer und die Temperatur auf dem Höhepunkt der Krankheit angeben.

[1]) Lehrbuch d. spec. Pathologie und Therapie. Leipzig 1902. S. 298.

In Fällen, wo der Anfang sich annähernd bestimmen liess, dauerte die Fieberperiode bis 14 Tage bei 3 Prozent der Kranken, bis 21 Tage bei 14 Prozent, bis 28 Tage bei 25 Prozent, über 28 Tage bei 38 Prozent.

Die Abendtemperatur stieg im Stadium fastigii

über 41°	bei	6,5 %	der	Kranken
» 40°	»	62,4 %	»	»
» 39°	»	30,4 %	»	»
darunter	»	0,7 %	»	»

Der Spitalaufenthalt schwankte zwischen 2 und 212 Tagen und betrug also im Durchschnitt 45 Tage. Wenn man aber die Kranken nicht mit einberechnet, die der Überfüllung wegen in der grossen Epidemie von 1905 vor dem Ablauf ihrer Krankheit in ein von der Stadtverwaltung eingerichtetes, provisorisches Krankenhaus geschickt wurden, kommt auf jeden unserer Patienten eine durchschnittliche Pflegezeit im Krankenhaus von 47,8 Tagen, also ein wenig unter sieben Wochen. Angaben zum Vergleich findet man in den oben angeführten Mitteilungen von Eichhorst und Goth, von denen der erste eine mittlere Behandlungszeit im Krankenhaus von nur 32 Tagen hat, der andere dagegen eine Zeit von 38 Tagen. Da man in unserem Krankenhause keine Neigung zur Zurückbehaltung der Patienten über die absolut notwendige Zeit hat, muss man den Schluss ziehen, dass unsere Fälle von Typhus einen bösartigeren Charakter sowie eine längere Dauer haben.

Wenn man über die Dauer der Typhusfälle redet, kann man die Frage der Nachschübe oder Rekrudeszenzen und der Rezidive nicht aus dem Auge lassen. Diese Fragen lassen sich doch nicht so leicht erledigen, weil die Ansichten über ihre Bedingungen und Symptome noch etwas von einander differieren. Dass Typhuskranke in nahezu allen Stadien der Krankheit an Verschlimmerungen leiden können, die weder auf eine Komplikation noch auf einen Fehler in der Behandlung zurückzuführen sind, darüber ist man vollständig einig. Dagegen herrscht keine vollständige Einigkeit über die Bedeutung der Begriffe »Nachschub» und »Rezidiv» [1]. Die meistens geltende Bezeichnung für den Nachschub ist »ein Wiederansteigen der Temperatur unter erneutem Auftreten von Milzanschwellung und Roseolen in der Rückbildungsperiode». Wenn man alle diese Merkmale für jeden Fall streng forderte, dann hätten wir gewiss nur wenige Fälle von Nachschüben. Erneute Roseolen sind nämlich bei unseren Typhusrekrudeszenzen sehr selten. Das Temperaturansteigen, der Milztumor und der allgemein verschlimmerte Zustand der Patienten zeigen doch zur Genüge, dass ein Wiederaufflackern der Krankheit stattgefunden hat. Wenn wir den Nachschub so charakterisieren können und wenn man dabei keine Forderungen bezüglich einer längeren Dauer des Nachschubs aufstellt, dann können wir den Prozentsatz solcher Erscheinungen in unserem Krankenhause

---

[1]) Betreffs der reichhaltigen Literatur über diese Frage verweise ich speziell auf die Abhandlungen von Steinthal. Deutsch. Arch. f. klin. Medizin. Bd. 34. S. 357, Ziemssen. Ebendaselbst. S. 375. Schmidt. Dasselbe Archiv. Bd. 54. S. 127, sowie die oben angeführten Abhandlungen von Eichhorst, Berg, Goth u. s. v.

auf 17 % angeben. Wenn sich auch darunter mehrere leichte Fälle befinden, sind eben anderseits in dieselbe Zahl viele von unseren schwersten, tödlich verlaufenden Fällen einzureihen. Die Diagnose solcher erneuten Angriffe des Organismus durch den Infektionsstoff wurde im allgemeinen durch die Sektion bestätigt. Wiederholte Nachschübe sind auch bei uns vorgekommen. Die Rezidive kamen bei ungefähr 11 Prozent unserer Fälle vor. Zu ihnen werden wie üblich nur die febrilen Verschlimmerungen mitgerechnet, die nach einem kürzeren oder längeren apyretischen Stadium eintreffen. Sie zeichneten sich aus bisweilen durch Initialfrost oder Frösteln, öfters aber durch eine regelmässige Staffelform des Fieberanstiegs. Die Höhe und Dauer des Fiebers befanden wir — wie Ziemssen — in der Mehrzahl der Fälle geringer, den Typus der Kurve stärker remittierend als bei dem Haupttyphus.

Die Dauer der Fieberpause zwischen Primärkrankheit und Rezidiv war verschieden. Bei uns waren Fälle mit nur einem fieberfreien Tag sehr selten. Auch darin können wir Ziemssen beistimmen, dass die Nachschübe prognostisch schlimmere Aussichten gaben als die Rezidive.

Was nun *Komplikationen* anbetrifft, so sind erstens diejenigen, die sich vom Nervensystem herleiten, anzuführen. Von solchen haben wir nur zu verzeichnen je einen Fall von *Hysterie* und *Epilepsie;* der letztere bestand wahrscheinlich bereits vor der Typhuserkrankung. Als direkte Folgen der Krankheit sind zwei Fälle von *Neuritis ischiadica*, ein Fall von multiplen, peripherischen *Paresen* zusammen mit einer *Herabsetzung der Intelligenz* und zwei Fälle von *Neurasthenie* zu bezeichnen.

Seitens der Atmungsorgane wären 13 Fälle von *Pneumonia fibrinosa,* zwei Fälle von *Pleuritis serosa,* ein Fall von *Empyema* zusammen mit *Gangræn* eines Lungenlappens (geheilt) und ein Fall von *Peripleuritis suppurativa* als die hauptsächligsten Komplikationen anzugeben. Schwerere doppelseitige *Bronchopneumonien* kamen in sechs Fällen vor, heftige, quälende *Bronchitis* in drei Fällen, *Laryngitis* in einem Falle und *Oedema glottidis* in einem. Leichtere *Bronchitiden* waren ja ziemlich allgemein; die *Bronchopneumonien* von geringerer Umfassung kamen auch öfters vor, *Hypostasen* der Lungen in schwereren, besonders in vielen von den tödlich verlaufenden Fällen. Nach Ablauf des Typhus konnte man in zwei Fällen eine beginnende *Tuberculose* der Lungen konstatieren.

Als Komplikationen von der Seite des Digestionstractus fanden wir zwei Fälle von schwererer *Angina tonsillaris* und ebenso zwei Fälle von *Cholecystitis.* In einigen Epidemien sahen wir auch recht oft mehr oder weniger ausgeprägte *Dilatationen des Magens,* die die Kranken sehr quälten und die durch Ausspülung behandelt wurden. Die *Peritonitis perforativa* wurde in neun tödlich verlaufenden Fällen wahrgenommen, ihr Prozentsatz beträgt demnach ungefähr 1,3 %, eine Ziffer, die etwas niedriger ist als bei den meisten neueren Autoren.

Darmblutungen von geringerer Menge waren nicht ganz selten, doch wechselnd in den verschiedenen Jahrgängen. Als tödlich verlaufende Komplikationen dieser

Art sind acht Fälle zu notieren. Einmal ist *Enterocolitis* beobachtet worden, fünf Mal kamen doppelseitige eitrige *Parotididen* vor.

Was die Kreislaufsorgane betrifft, sind zwei Fälle von organischen *Klappenfehlern* vorgekommen; diese bestanden wahrscheinlich vor der Typhuserkrankung. In einem Falle sahen wir *Embolie* der Arteria pulmonalis, in 12 Fällen (1,7 %) *Thrombose* von Venen der Beine.

Betreffs Komplikationen seitens der Harnorgane ist zu bemerken, dass febrile *Albuminurie* sehr allgemein vorkam. In einigen Jahrgängen wurde sie in keinem Falle vermisst. Eine eigentliche *Nephritis* ist dagegen nur in einem Falle notiert; *Cystitis* ebenso in einem.

Als *Gravidæ* traten zwei Patientinnen ein; bei der einem kam es zum Abortus.

Unter sonstigen Komplikationen haben wir folgende anzugeben. *Otitis externa* zwei Fälle, *Otitis media suppurrativa* vier, *Erysipelas faciei* einmal, *Influensa epidemica* zweimal, *Diphterie* dreimal, *eitrige Prozesse* viermal, *Gelenkaffektionen* dreimal, *Herpes labialis* einmal. Über die Zeit des tödlichen Ausgangs sind folgende Daten mitzuteilen. Von den 89 Todesfällen trafen ein:

in der zweiten Krankheitswoche	21
» » dritten »	31
» » vierten »	23
» » fünften »	4
» » sechsten »	2
» » siebenten »	2
» » achten »	3
» » elften »	1
in unbestimmbarer Periode	2
Summa	89

Was die *Therapie* anbetrifft, kann sie als eine hygienisch-symptomatische bezeichnet werden. Eine streng nach den *Brandschen* Grundsätzen geleitete Badebehandlung ist eigentlich nicht zur Anwendung gekommen. In schwereren Fällen wurden doch mit gutem Erfolg kalte oder laue Bäder gegeben. Eine modifizierte Kaltwasserbehandlung in Form von Abwaschungen, Umschlägen, Einwickelungen wurde doch in fast allen Fällen benutzt.

Die Antipyretica *Chinin, Antipyrin, Pyramidon* u. s. w. wurden in vielen Fällen, oft mit Vorteil, und ohne dass jemals unangenehme Folgen aufgetreten wären, verabreicht.

Zu Herztonicis und anderen Stimulantien musste natürlicherweise oft gegriffen werden.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 3. Nr 3.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 18. Nr 3.

STUDIER

ÖFVER

NISSANS HYDROGRAFI

(MED NITTON FIGURER I ELLER EFTER TEXTEN)

AF

ANDERS HENNIG

LUND 1907
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Öfversikt öfver innehållet.

---

1. Geografisk öfversikt.

Nissan upprinner Ö. om Angerdshestra kyrka i Jönköpings län, vid Säfdabo på 278, vid Tubbebo på 290 m. öfver hafsytans nivå, går härifrån först i N. och NV. upp till trakten af Jära i Mulseryds socken för att där böja om och slå in på den hufvudriktning i SSV. och SV., som den sedermera bibehåller under fortsättningen af sitt lopp.

Af tillflöden behöfva endast nämnas Öster- och Vesteråarna, som, kommande från sjöarna i Bosebo och Våthult, löpa parallellt med hvarandra och med hufvudån under ungefär 45 kilom., hvarefter de, vid Kinnared förenade till en stam, 9 kilom. längre mot S., vid Torup, infalla i Nissan.

Flodens verkliga längd från källorna till hafvet belöper sig ensamt för hufvudfåran till 170 kilom. med ett fall från 280 till 0 m.; detta ger en medellutning af 1 : 600. Lutningen växlar dock betydligt, och med denna som indelningsgrund kan man också för Nissan särskilja tre, här dock synnerligen väl markerade afdelningar (se fig. 3, sid. 14). 1) *Det öfre loppet*, från källorna mot NV. till flodkröken strax NV. om Jära, eller tillsammans 15 kilom., med en totalsänkning af 80 m. eller 1 : 187. 2) *Det mellersta loppet*, från Jära till St. Rya, 90 kilom., under en sänkning på 70 m. eller 1 : 1300. 3) *Det nedre loppet*, nedanför St. Rya till kusten, 65 kilom., med en sänkning på 130 m., 1 : 500. Det starkaste fallet träffas således inom källområdet och inom det nedre loppet; inom mellanloppet är lutningen mera svag. De mest betydande forsarna och fallen finnas inom det nedre loppet, vid Johansfors och Oskarström; också inom mellanloppet med dess ganska jämna sluttning finnas emellertid starka forsar, t. ex. Nissafors, Gyllenfors, Ågårdsforsar o. s. v.

Nissans dräneringsområde är inskjutet emellan Lagans och Ätrans, bildande en i NO.—SV. sig sträckande ganska jämnbred area af 26 kilom. medelbredd och 150 kilom. längd, från 57° 45′ i N. till 56° 40′ i S., starkt afsmalnande mot båda ändarna, särskildt mot den södra, så att den under de sista 35 kilom. har en medelbredd af ungefär 10—12 kilom., slutligen utkilande i en smal spets. Här, som också annars på Sveriges västkust, löpa de egentliga kustfloderna direkt till hafvet.

Dräneringsareans ytinnehåll är förut[1]) beräknadt till 2,670 kv.-kilom. eller enligt Vattenfallskommittén till 2,700 kv.-kilom.[2]) Jag har vid min plani-

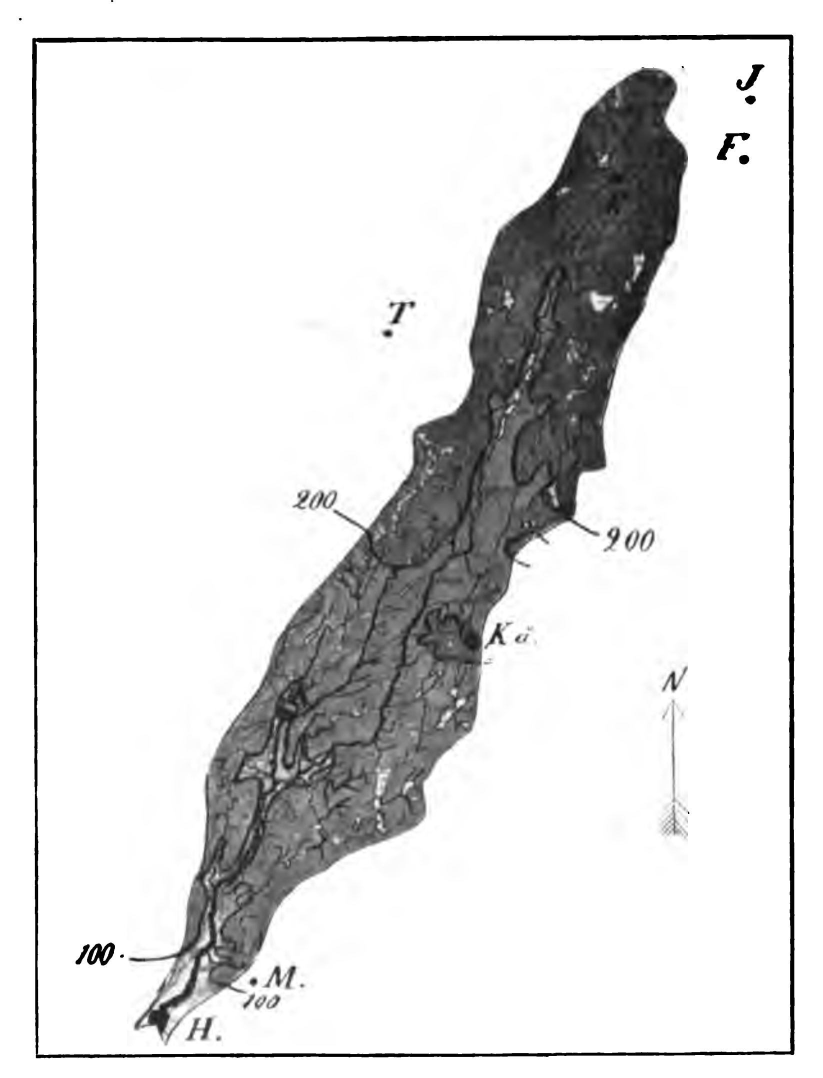


Fig. 1. Kartskiss öfver Nissans dräneringsområde i 1 : 1,000,000. Kurvorna ange höjden ö. n. n. i meter. 200-meters kurvan går i verkligheten längre upp mot N., än som kunnat på kartan utmärkas; detta dock endast i närmaste närhet af själfva flodfåran (jmfr fig. 3, här nedan). H=Halmstad, M=Marbäck, K=Kinnared, Kå=Kållerstad, T=Tranemo, R=Röksberg, F=Flahult, J=Jönköping. Dessa platser utmärka de nederbördsstationer, hvilkas observationer användts i och för denna afhandling.

metriska uppmätning af areans storlek kommit till en siffra, som är obetydligt lägre än föregående beräkningars, 2,460 kv.-kilometer. Af dessa ligga 1,065

[1]) O. Appelberg. Bidrag till kännedomen om den i Sveriges vattendrag framrinnande vattenmängden. Ingeniörsfören. Förhandl., Årg. 21, sid. 126.

[2]) Vattenfallskommitténs betänkande af den 17 mars 1903, II, sid. 500.

kv.-kilom. på mer än 200 m. höjd öfver hafsytan, 1,195 kv.-kilom. på en höjd emellan 200 och 100 m. samt 200 kv.-kilom. på nedre delen af dräneringsområdet i fråga, lägre än 100 m. öfver hafsytans nivå.

Enligt O. APPELBERG[1]) utgöras 5 % af området af odlad jord, 13.9 % af naturlig äng, 77.1 % af skogsmarker och 3.7 % af sjöar.

Vid här gjorda beräkningar öfver afrinningens storlek har af dräneringsområdet endast den del medtagits, som ligger ofvanför Oskarström; detta på den grund, att de afrinnande vattenmassorna uppmätts vid nämnda anläggning och ej vid flodens utlopp, hvilket gör en minskning i dräneringsareans storlek med 200 kv.-kilom.; den vid beräkningarna ifrågakommande arean är således 2,260 kv.-kilom.

2. Områdets geologiska byggnad.

Nissaåns dalgång är en ren erosionsdal, utskulpterad af vatten dels i den fasta berggrunden men också i glaciala och postglaciala aflagringar; några lokala, tektoniska störningar af förut bestående förhållanden synas ej haft något inflytande på dalgångens uppkomst.

Berggrunden utgöres af mer eller mindre tydligt parallellstruerade gneisgraniter, af den typ, som i Sverige går under sammelnamnet järngneis. Under detta namn har man emellertid sammanfört en mängd olika bergartsvarieteter, graniter af mycket olika kemisk och således också olika mineralogisk sammansättning. Alla dessa varieteter ha dock en gemensam karaktär; de ha undergått en omkristallisering, som, oftast af alldeles genomgripande art, stundom likväl lämnat vissa partier så pass oberörda, att den ursprungliga granitstrukturen ännu kan spåras.

I det rent yttre visar sig omkristalliseringen såsom en parallellstruktur eller, om man så vill, bergarten blir strimmig af omväxlande bredare, ljusa, och smalare, mörka, zoner; de ljusa bestående hufvudsakligen af fältspater och kvarts, de mörka af biotit och järnmalmkorn samt möjligen för handen varande hornblände.

Strimmigheten är mindre jämnt utbildad hos bergarterna inom »järngneis»-områdets östra partier än inom dess centrala. Fastän således redan inom de sist nämnda i den väl parallellstruerade gneisgraniten uppträda smärre öar af riktningslöst struerade graniter, äro dessa vanligast inom de östra delarna. Inom Nissans dräneringsområde träffas graniter hufvudsakligen i de öfre, längst österpå belägna områdena, dessutom också inom dess mellersta och nedre partier (Isaberg och Nissafors, hällarna vid Torup o. s. v.). Dräneringsareans hufvudbergart är emellertid den strimmiga gneisgraniten.

I denna ljusa bergart ligger inlagrad en annan, mörkt grön eller svart, en oftast granatförande augitamfibolit eller på sina ställen en ren amfibolit, som, om

[1]) loc. cit.

den är skiffrig, kan kallas dioritskiffer. Denna bergart uppträder t. ex. vid Storsjön i Långaryds socken, S. om Ekhult-sjön, i Hestra strax vid Hvita-ån o. s. v., öfverallt bildande liksom lager eller oregelbundna körtlar i gneisgraniten, i detalj följande ändringarna i dennas strykningsriktning.

Denna hornbländebergart är, såsom jag i ett annat arbete utförligare visar, ursprungligen en augitbergart, en diabas eller gabbro, som genomsatte den redan stelnade graniten, och som sedermera deltagit i dennas metamorfoser, framkallade af bergskedjeveckning.

Mot atmosfäriliernas angrepp visar sig denna mörka, basiska bergart i a. mindre motståndskraftig än omgifvande graniter. Dess granater bli omvandlade till en lös klorit eller glimmer, dess magnetitkorn bli till rost, dess fältspat får förklyftningar; med ett ord bergarten blir lucker, smulas lätt sönder och ger, därigenom att dess förvittringsprodukter bortföras, upphof till små sänkor, längs hvilka det rinnande vattnet börjar sin eroderande verksamhet. I många fall således komma floddalarna att följa just de här omnämnda mörka, amfibolitiska inlagringarna och med detsamma också gneisgranitens allmänna strykningsriktning.

För Nissadalens vidkommande är denna strykningsriktning mycket växlande I de nordligare delarna är strykningen NNO.—SSV. eller N.—S.; inom de mellersta delarna böjer den af från nyss nämnda N.—S. riktning och blir mera O.—V.; inom de nedre delarna af dalen blir den starkt slingrande och oregelbunden med hufvudriktning från O. eller SO. mot NV. eller N. Nissan, som således i sina öfre partier synes följa strykningsriktningen, går i det mellersta snedt öfver denna för att i sitt nedre lopp öfvertvära densamma under nästan rät vinkel.

Under den långa tidrymden från silurperiodens slut hade de mot samma mål arbetande, förvittrande och eroderande krafterna vid istidens början hunnit bortskaffa från Nissans dräneringsområde allt, hvad af kambrium-silur här en gång funnits; de hade vidare hunnit utgräfva Nissans hufvuddal och afleda till densamma en mängd sidodalar, därigenom skapande dess, i stort sedt, väl begränsade dräneringsområde.

I de öfre delarna af loppet är isräfflornas riktning växlande emellan N5°O., och N20°O., i de mellersta är deras hufvudriktning N12°O., i de nedre växlande emellan N15°O. och N46°O.

Som vi häraf finna, härskar en fullständig öfverensstämmelse emellan isens rörelseriktning och riktningen af Nissans floddal. Landisen följde här den preglaciala fördjupningen, ränsade upp densamma från den *ur*, det förvittringsmaterial, som belamrade dess botten och sidor, angrep en del ojämnheter i dalformen, afnötande, afskurande desamma. Isens erosion, huru betydelsefull den än var för vissa detaljer i dalens utseende, kan emellertid ingalunda jämföras med hvad de preglaciala, rinnande vattnen åstadkommit.

När landisen afsmälte, aflastades dess moränmaterial, bildande dräneringsområdets vanliga morängrus. Längs Nissans hufvuddal däremot, liksom längs en del

af bidalarna, påverkade den här i isen framrinnande smältvattensfloden det moränmaterial, som kom inom räckhåll för densamma, utvaskande det fina slammet under afnötande af sanden, gruset och blocken och så omvandlande moränguset till ett rullstensgrus, som aflastades på större eller mindre afstånd från glaciärporten, utfyllande Nissadalen.

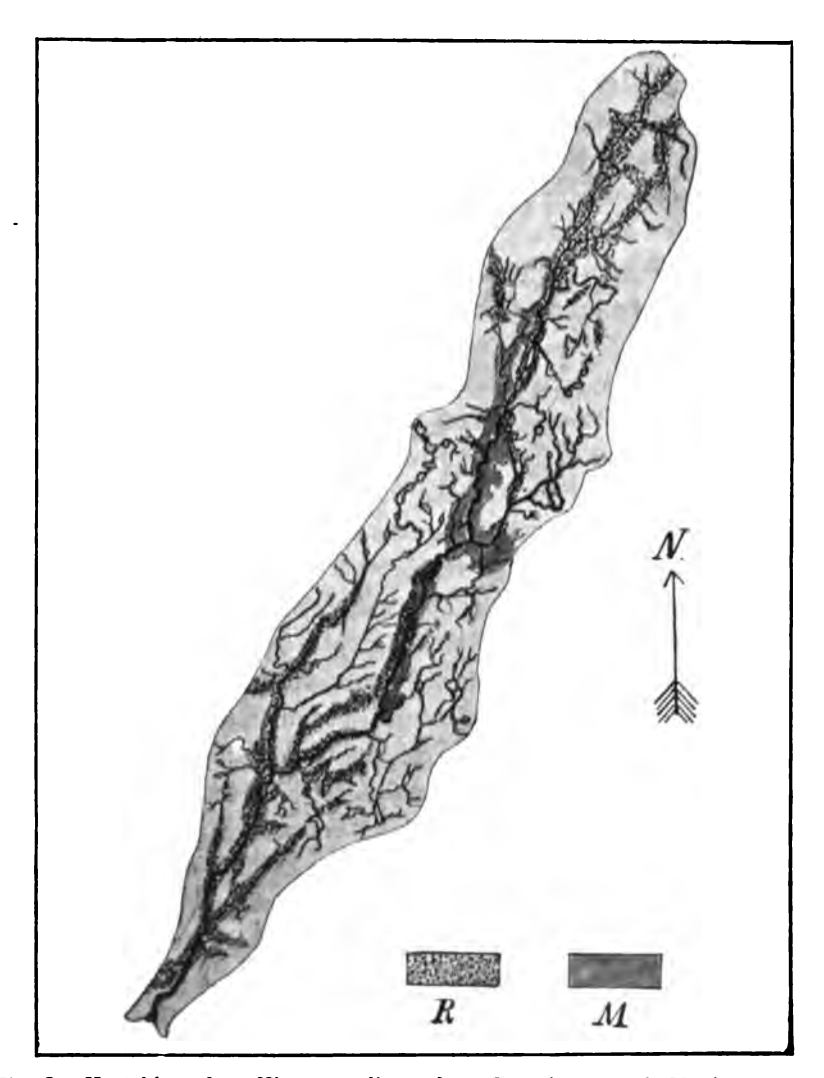


Fig. 2. Kartskiss öfver Nissans rullstensåsar, R, och mosand, M; 1 : 1,000,000.

Bildningens hela ytutseende och byggnad antyder, att aflastningen af rullstensmaterialet utanför glaciärporten i a. ej ägde rum i någon sjö eller något haf af mera betydande djup. »Åsen» är nämligen vanligtvis sammansatt af flera parallella, längre eller kortare åsryggar; stundom utbreder den sig till verkliga rullstensfält med åsgropar af ända till 30 meters genomskärning och med uppstickande oregelbundna åskullar eller kortare åsryggar.

Om således Nissa-åsen i det stora hela är bildad såsom en fluvioglacial afsättning på land, antager den likväl någon gång ytformer, som bevisa den vara afsatt i vatten, omedelbart utanför glaciärporten eller i densamma. Villkoren för en sådan bildning inträda, om glaciärens nedra ända och med den glaciärporten ligga under ytan af ett framför isranden utbredt ishaf eller en issjö. Sådana partier af åsen träffas inom kuststräckan NNO. och NO. om Halmstad men kunna också inskjuta sig inom de högre partiernas vanligen på land aflagrade åssträckor, här förmodligen afsatta i framför isranden belägna issjöar.

Åsmaterialet utgöres stundom, särskildt i de mera utbredda fälten, af sand med enstaka rundade block eller mindre gruskorn; stundom däremot af stridt grus, groft grus eller större stenar.

Såsom samtidiga med eller yngre än de nämnda fluvioglaciala aflagringarna uppträda ler- och sandbildningar, afsatta i en vattensamling på något afstånd från isranden, antingen direkt ditförda af glaciärfloden eller också utsköljda ur redan aflagrade åsbildningar.

Leran är af två slag. Den ena, hvars ålder kunnat fastställas, är en hvarfvig, glacial *Yoldia*-lera. Denna förekommer inom de lägre delarna af Nissans dalgång så högt upp som till Drared (42 m. öfver hafvet). Också den andra, hvars ålder man i saknad af fossil från densamma ej kunnat fastställa, är hvarfvig, bestående af omväxlande sand- och lerlager samt förmodligen supramarin, afsatt af glaciärslam på bottnen af isolerade vattensamlingar och förekommande på skilda ställen inom Nissadalen ända upp till 208 m. öfver hafsytans nivå.

Leran är endast fläckvis blottad; vanligtvis är den täckt af yngre, postglacial sand, s. k. mosand, hvilken åtminstone i ytan på stora sträckor af dalen träder i stället för rullstensåsen. Ett stort sådant mosandfält sträcker sig med en längd af 25 kilom. och en bredd af ända till 10 kilom. från Källeryd i N. till Villstad i S. Materialet i dessa fält utgöres af en fin mjäla eller mosand, antagligen utsköljd ur rullstensbildningen och delvis åter aflagrad på denna.

Ännu en sand måste i detta sammanhang omnämnas. Nissan angriper sin glaciala eller postglaciala bädd, underminerande, lösrifvande. Det lösgjorda materialet nedföres af floden till relativt lugnvatten, här afsättande sig till mer eller mindre finkorniga svämsandbildningar. Hufvudsakligen förekommande i nedre delen af dalen, sträckan Halmstad—Johansfors, träffas sådan svämsand också inom dalens högre belägna partier.

3. Nederbörd.

Som bekant samlar sedan många år tillbaka Meteorologiska Centralanstalten i Stockholm siffror angående nederbördens storlek från en mängd olika stationer inom riket och sammanställer dessa siffror, sedan de vederbörligen hopsummerats,

i månatligen utkommande redogörelser.[1]) Vid föreliggande bearbetning använde jag mig för beräkning af nederbördsmängden inom Nissans dräneringsområde af dessa tabeller. Endast för ett par speciella frågor behöfde jag uppgifter angående den dagliga nederbördsmängden och har för desamma anlitat dels de af observatörerna i Marbäck, Halmstad och Kinnared förda originalanteckningarna, dels utdrag ur Meteorologiska Centralanstaltens journaler.

Skulle min beräkning afsett t. ex. perioden 1891—1900, hade nederbördsstationernas antal och fördelning knappast lämnat något öfrigt att önska. Under längre eller kortare delar af nämnda period funnos nämligen förutom de ännu i verksamhet varande Halmstad (3.5 m. ö. normalnoll) och Kinnared (89.28 m. ö. n. n.) nederbördsstationer också i Refteled (156.14 m. ö. n. n.), Gislaved (174.5 m. ö. n. n.), Hagelstorp (213.77 m. ö. n. n.), Bonstorp (270 m. ö. n. n,), Stengårdshult (270.3 m. ö. n. n.) och Röksberg (236.3 m. ö. n. n.), således snart sagdt, på alla de höjdlägen Nissaån passerar och i någorlunda jämn fördelning öfver dess dräneringsområde. För nämnda period kan således en beräkning af nederbördsmängden inom området utföras ytterst lätt och lämna synnerligen tillförlitliga resultat.

För den period, föreliggande undersökning omfattar, ställa sig utsikterna att med så minutiös noggrannhet uträkna nederbördsmängden något mindre säkra, beroende därpå, att det stora flertalet af nyss nämnda stationer ej längre äro i verksamhet, och att de ej heller ersatts af andra vikarierande sådana. Emellertid ha en del nya stationer dels inom Nissans eget område dels i dettas omedelbara närhet tillkommit, hvadan äfven för perioden 1897—1906, under de ändrade förhållandena, nederbördens storlek kunnat beräknas om ej så direkt som för föregående period så dock med fullt tillräcklig noggrannhet och tillförlitlighet.

Den lucka i det direkta observationsmaterialet, som här återstår att fylla, finnes framför allt inom de högre belägna delarna af dräneringsområdet, högre än 160 m. öfver normalnoll, beroende på att här f. n. ej finnas några observerande nederbördsstationer. För dessa områden måste siffervärden tagas antingen direkt från stationer tillhörande angränsande flodområden, Ätrans och Lagans, eller också från en numera nedlagd station, Röksberg, belägen inom Nissans område.

För Röksberg äro värdena beräknade ur förhållandet mellan de under perioden 1887—96 från Röksberg och från Jönköping erhållna värdena, omräknadt på de vid Jönköping under 10-års-perioden 1897—1906 observerade nederbördsmängderna. Enligt mina beräkningar var nederbörden vid Röksberg så godt som konstant för årets alla månader något större än vid Jönköping; $R : J = 1.18 : 1$.

Uppe på höjderna vid Taberg, strax V. om Barnarp och således omedelbart Ö. om Nissans källområde, har under de sista åren, fr. o. m. 1902, en ny nederbördsstation, Flahult (257.11 m. ö. n. n.), trädt i verksamhet. Ehuru denna station är så ny, har jag likväl, då dess läge gjorde densamma synnerligen viktig, i min slutliga beräkning öfver dräneringsområdets nederbördsmängd tagit vederbörlig hänsyn till densamma. Detta kunde göras med så mycket större skäl, som dess

[1]) H. E. Hamberg, Månadsöfversikt öfver väderleken i Sverige.

nederbördsmängd för de observerade fem årens månader var mycket konstant i förhållande till den vid Jönköping och Tranemo under samma tid annoterade, F : J = 1.8 : 1; ur detta förhållande har jag beräknat och i den slutliga nederbördstabellen infört värden för Flahult också för de fem första åren af här behandlade 10-års-period.

En annan station, som syntes mig ligga väl till för att lämna interpolationsvärden för de mellersta delarna af Nissans dräneringsarea, är Tranemo, eller, som den förut kallades, Gudarp, belägen 162.80 m. öfver normalnoll, inom Ätrans område men endast 12 kilometer V. om Nissa-områdets västgräns. Från denna station föreligga regelbundna nederbördsobservationer sedan år 1900. För de första tre åren af 10-års-perioden 1897—1906 ha värdena för Tranemo interpolerats från den 15 kilom. längre västerut belägna nederbördsstationen Axelfors ur förhållandet Tranemo: Axelfors = 0.86 : 1.

I st. f. den gamla stationen Refteled har Kållerstad tillkommit, belägen på samma höjd som denna, 156 m. ö. n. n., men något ostligare, vid vattendelaren emellan Nissan och Lagan.

För de lägre delarna af Nissans uppsamlingsarea tillkom år 1897 stationen Marbäck, som sedermera regelbundet lämnat observationssiffror. Marbäck ligger 58 m. ö. n. n., endast 1.5 kilom. Ö. om Nissaområdets ostgräns och kan således i och för nederbördsberäkningarna utan vidare anses tillhöra detta.

De nederbördsstationer, som således kunna räknas till Nissans dräneringsområde, och som under sist förflutna tioårsperiod lämnat direkt användbara nederbördssiffror, äro Halmstad, Marbäck, Kinnared och Kållerstad. I beräkningen öfver nederbördsmängden för hela området ha dessutom användts interpolerade värden från Röksberg samt direkta, jämte interpolerade, från de något utanför Nissans egentliga dräneringsområde belägna Tranemo och Flahult. Indirekt ha för denna beräkning äfven värdena för Jönköping och Axelfors användts.

Granskar man de olika stationernas månadstal för något år, finner man snart, att dessas inbördes storlek växlar för de olika månaderna. Stundom äro de alla af ungefär samma storlek, stundom äro de störst för Halmstad och sedermera regelbundet aftagande för de högre belägna stationerna; det vanligaste är emellertid att nederbördsmängden i Halmstad är mindre än i Marbäck, den i Marbäck större än i Kinnared, den i Kinnared större än i Kållerstad o. s. v., så att de högst belägna stationernas nederbördsmängd blir mindre än den vid hafsytan belägnas, Halmstads.

Såsom exempel, illustrerande det sagda, anför jag (tab. *A*) år 1906.

Tab. A.

	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	S:ma
Halmstad	70.7	33.7	43.5	20.5	43.2	29.6	73.8	70.7	19.4	27.7	92.9	51.3	577.0
Marbäck	92.0	40.4	58.1	22.1	73.1	24.4	78.9	74.9	31.2	36.0	117.9	60.1	709.1
Kinnared	71.9	32.4	50.9	31.4	57.9	28.5	73.4	79.4	33.0	48.6	83.6	80.2	671.2
Kållerstad	77.0	38.9	39.8	32.0	37.8	32.4	64.8	99.6	21.3	50.8	80.9	42.5	617.8
Tranemo	90.0	31.2	32.3	44.2	54.9	29.0	64.0	77.5	22.1	65.7	79.5	48.3	638.7
Flahult	44.9	12.1	20.1	34.0	43.5	31.4	64.4	128.3	12.0	43.1	78.4	40.1	552.3

Tab. A, angifvande nederbörden i mm. för de olika månaderna af år 1906.

Då det som bekant är en massa olika, delvis rent tillfälliga och lokala förhållanden, som inverka på nederbördsmängdens växlande storlek på olika platser, faktorer som till stor del ännu undandraga sig all kontroll, torde det vara fruktlöst att söka en allmängiltig förklaring till de omnämnda växlingarna.

H. E. Hamberg förklarar[1]) det växlande inbördes förhållandet emellan nederbörden vid Stum och vid Kinnared såsom beroende på vindriktningens växlingar. För att efterse, om samma faktor varit den bestämmande också för stationerna Halmstads och Marbäcks relativa nederbördsmängder, har jag gjort en undersökning angående vindriktningen under de olika nederbördsdagarna år 1906. Såsom landvindar räknas NV., N., NO., O. och SO. (med SSO.); såsom hafsvindar S., SV. (med SSV.) och V. (med VSV. och VNV.).

Tab. B.

Vindriktning	Nederbörd i mm. vid Halmstad	Nederbörd i mm. vid Marbäck	H : M.	Antal observationer
NV, N	42.6	56.1	76 : 100	12
NO, O	109.3	84.4	130 : 100	34
SO (SSO)	60.8	90.3	67 : 100	16
S	38.4	48.0	80 : 100	14
SV (SSV)	179.8	197.4	91 : 100	40
V(VSV, VNV)	110.6	211.2	52 : 100	35

Tab. B, angifvande nederbördsmängdernas olikhet vid Halmstad och vid Marbäck under olika vindriktning; år 1906.

Af denna tabell framgår, att år 1906

vid landvindar nederbörden vid Halmstad : nederbörden vid Marbäck = 91 : 100,
» hafsvindar » » » : » » » = 74 : 100.

Hafsvindarna från SV. och V., som medföra betydligt mera fuktighet än landvindarna, stryka fram öfver Halmstad mot Marbäck. Vid de bakom Halmstad liggande höjderna, vid Marbäck, tvingas vindarna att stiga uppåt; det är således först här, som de plötsligt afkylas under daggpunkten, afgifvande en stor

[1]) Om skogarnas inflyt. på Sveriges klimat, IV, Nederbörd, Bihang Domänstyr. Berätt. rör. Skogsväs. år 1895, sid. 42.

del af sin fuktighet under form af nederbörd. Denna första aftappning gör, att vindarna, när de vidare fortsätta uppför den svagt mot hafvet sluttande platån, ej längre ha sådant öfverflöd på fuktighet, att utfällningen på en gång blir så stark som vid den första afkylningen, helst som denna fortsatta afkylning vid den långsamma stigningen ej blir så plötslig som vid Marbäckshöjden.

Med det anförda har jag endast velat påpeka en af de faktorer, som betinga den egendomliga fördelningen af nederbördsmängden inom Nissaområdet, och, jag vågar tillägga, en hufvudfaktor: vindriktningen jämte de olika områdenas afstånd från kusten och höjd öfver hafvet.

Tabell C.

	Breddgrad	Höjd i m. öfver normalnoll	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	S:ma.
Halmstad	56°40′	3.50	46	37*	45	42	43	46	64	104	62	62	47	57	655
Marbäck	56°42′	58.00	59	45*	51	50	55	61	83	122	76	78	59	74	813
Kinnared	57° 2′	89.28	57	40*	52	54	51	63	66	113	68	78	59	79	780
Kållerstad......	57° 6′	156.86	48	40*	44	48	45	59	73	109	69	60	52	63	711
Tranemo	57°29′	162.30	57	43*	44	53	43	51	59	114	56	83	47	56	706
Flahult	57°34′	257.11	32	22*	27	34	43	57	67	118	49	67	34	29	579*

Tab. C, angifvande månadsmedeltalen för nederbördsmängden under 10-årsperioden 1897—1906. Stationerna Halmstad, Marbäck, Kinnared och Kållerstad ange medeltalen för hela 10-årsperioden; Tranemo för 7 år och Flahult för 5 år af densamma.

En sammanställning af månadsmedelvärdenas summor från samma stationer, men med medeltalen refererande sig endast till de för alla stationerna gemensamma sista 5 åren, ger ungefär samma relativa värden som tabell *C*.

Halmstad	599	mm.
Marbäck..	772	»
Kinnared	759	»
Kållerstad	675	»
Tranemo	707	»
Flahult	579*	»

Tabellen *C* visar utan undantag alla stationernas maxima bundna vid augusti och minima vid februari; för Tranemo synas två minima existera, ett i februari och ett i maj. Egentligen och strängt taget finnes dock endast ett, i februari; denna månads 43 mm. är höjdt från 42.7, under det 43 mm. för maj egentligen betyder 43.4 mm.

Samma egendomliga fördelning af nederbörden på de olika stationerna, som spårades redan vid en första sammanställning af månadstalen för ett särskildt år, framträder ännu mera pointerad i ofvanstående tabell *C* och detta icke blott i månadsmedeltalen utan också i dessas summor för de på olika höjd och på olika afstånd från hafvet liggande stationerna.

Halmstad, lågt och nära hafskusten, mottager regelbundet mindre nederbördsmängd än Marbäck på 58 m. ö. n. n. och på 10 kilom. afstånd från Halmstad; H : M = 1 : 1.24. Kinnared, 89.28 m. ö. n. n. och 45 kilom. från Halmstad, har visserligen större nederbördsmängd än nämnda stad men i medeltal mindre än Marbäck (för enskilda år växlar detta förhållande); H : Ki = 1 : 1.19 och Ki : M = 1 : 1.04. Nederbördsmängden för Kållerstad (156,86 m. ö. n. n.) är större än för Halmstad men mindre än för Kinnared; H : Kå = 1 : 1.09. Tranemo's (162.30 m. ö. n. n.) nederbördsmängd är ungefär den samma som Kållerstads; T : Kå = 1 : 0.99. För Flahult (257.11 m. ö. n. n.) ändtligen visar sig månadsmedeltalens summa mindre än för alla de förut nämnda, på lägre nivå liggande stationerna; H : F = 1 : 0.89.

Förhållandet mellan maximum och minimum för hvarje särskild station framgår af följande sammanställning:

Halmstad	Max. : Min.		= 1 : 0.36
Marbäck	»	»	= 1 : 0.37
Kinnared	»	»	= 1 : 0.35
Kållerstad	»	»	= 1 : 0.37
Tranemo	»	»	= 1 : 0.37
Flahult	»	»	= 1 : 0.20

I fråga om de från längre tid tillbaka i verksamhet varande stationerna är således maximum 2.7 à 2.8 gånger större än minimum. (För Flahult, som lämnat observationer endast under fem år, måste resultatet anses alltför osäkert). RAFTER har i sin »Relation of rainfall to run-off»[1]) för en mängd nordamerikanska områden angifvit minimum till ungefär hälften af maximum och säger förhållandet vara särdeles konstant i kusttrakter, under det förhållandet mellan maximum och minimum blir mera växlande, så snart det gäller orter längre in i landet.

Långt ifrån att nederbördsmängden, såsom annars ofta är fallet, tilltar med stigande höjd, synes den för Nissaområdets vidkommande vara lägst för de högsta höjderna och tilltagande för de på lägre nivå men närmare hafskusten belägna områdena, denna regel dock med ett viktigt undantag: själfva kustremsan har mindre nederbörd än stationerna på höjden 58—160 m. ö. n. n.

Fig. 3, sid. 16, visar nederbördens mängd på olika höjd inom Nissaområdet; först ofvanför Gusjön, på ett afstånd från Halmstad af 115 kilom. och på en höjd af 160 m., blir nederbördsmängden mindre än på kustremsan.

Om vi vilja förklara nederbördsmängdens fördelning, sådan denna nu skildrats, beroende därpå, att hafsvindarna vid de bakom Halmstad mötande höjderna aflasta en stor del af sin fuktighet, dock relativt mindre ju längre från kusten, få vi å andra sidan ej glömma, att inom området blåsa också ganska långvariga landvindar. Det är dessa landvindar, som orsaka, att fördelningen af nederbörden under vissa tider af året blir jämnare, eller att å andra tider större ne-

[1]) Unit. Stat. Geol. Survey, Water supply a. Irrigation Pap., N:o 80, sid. 12.

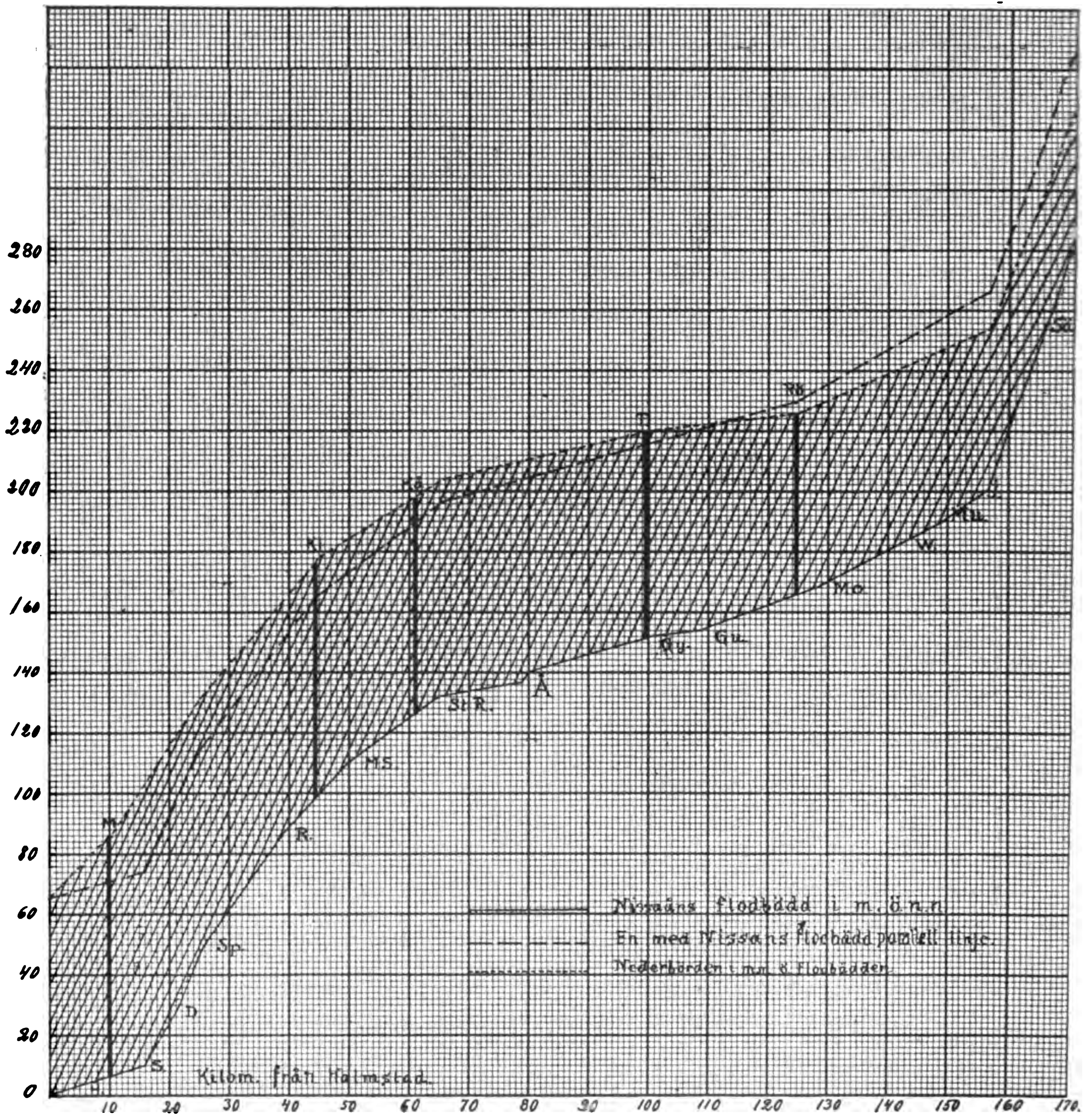


Fig. 3. Schema öfver höjdförhållandena inom Nissans flodbädd från källorna till utloppet. Så = Säfdabo, J = Jära, Mu = Mulseryd, W = Wallgårda, Mo = Mossebo, Gu = Gusjön, Gy = Gyllenfors, Å = Ågårdsforsar, St. R = Stora Rya, Ms = Måshult, R = Rydö, Sp = Spenshult, D = Drared, S = Sanna, H = Halmstad, M = Marbäck, Ki = Kinnared, Kå = Kållerstad, T = Tranemo, Rö = Röksberg. Det streckade fältet anger nederbördens höjd i cm. (ej i mm. såsom å fig. felaktigt uppgifves) öfver flodbädden. För att markera nederbördsminskningen resp. -ökningen i förhållande till nederbördshöjden vid Halmstad är en streckad linje dragen på Halmstadnederbördens höjd öfver flodbottnens grundlinje, parallellt med denna.

derbördsmängder falla t. ex. vid Halmstad än på höjderna norrut därifrån. Som emellertid landvindarna i frekvens ingalunda äro jämförliga med hafsvindarna, hinner den af dem betingade fördelningen af nederbördsmängden ej att för medeltalens vidkommande utplåna det af de vanligare hafsvindarna framkallade förhållandet.

Tab. D.

	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	Medeltal
Halmstad	706.6	807.2	646.3	854.6	623.3	536.1*	620.2	589.7	571.6	577.0	655
Marbäck	846.2	1035.3	813.3	913.6	664.0*	699.4	836.3	869.0	744.6	709.1	813
Kinnared	648.1	972.7	868.0	951.1	567.3*	647.0	950.1	821.6	703.5	671.2	780
Kållerstad	772.0	864.7	750.3	846.4	503.7*	543.8	791.1	751.2	665.9	617.8	711
Tranemo				880.7	509.2	690.9	887.8	669.3	665.0	638.7	706
Flahult						505.5	634.7	606.3	594.0	552.3	579

Tabell D anger årsnederbörden för de särskilda stationerna, beräknad ur månadssummorna.

Anmärkningsvärdt är, att för nästan alla stationers vidkommande år 1898 visade den starkaste nederbörden. Undantag gör egentligen endast Halmstad, hvars maximum för denna period är förlagdt till år 1900. För Tranemo och Flahult, såsom representerande endast 7 resp. 5 år, angifvas ej maxima eller minima på vedertaget sätt. Ville vi efter förut angifvet schema för dessa stationer interpolera de felande värdena, skulle också deras maximinederbörd angifvits hafva fallit år 1898. Äfven i fråga om minima härskar samma lagbundenhet med samma undantag, som nyss anfördes; minima infalla år 1901 utom för Halmstad, där minimum är förlagdt till år 1902.

Äfven vid denna sammanräkning inträder för hvarje af 10-års-periodens särskilda år utan undantag en märkbar stegring af nederbördsmängden vid Marbäck, jämförd med den vid Halmstad iakttagna. Likaså i 7 fall af 10 nederbörden vid Marbäck större än vid Kinnared, samt i 9 fall af 10 den vid Kinnared större än den vid Kållerstad. Förhållandet mellan de på nästan samma höjd liggande Kållerstad och Tranemo är däremot mera obestämdt; under 2 år, 1901 och 1905, ungefär samma nederbördsmängd vid båda, af de öfriga 5 åren under 7-års-perioden ha 4 Kållerstad $<$ Tranemo och 1 Tranemo $<$ Kållerstad. För Flahult är nederbördsmängden genomgående mindre än för Tranemo.

På grundvalen af de gifna observationerna har jag beräknat hela dräneringsområdets nederbördshöjd för de olika årens af perioden olika månader. I följd af observationsorternas ojämna fördelning öfver arean kunde emellertid denna beräkning ej grundas på en enkel addition af de olika stationernas siffervärden och summornas delning med stationernas antal. Jag begagnade mig i stället af den af H. E. Hamberg[1]) närmare utvecklade metoden, uppdelade området i tio kvadratiska rutor och sökte, under aktgifvande på höjdlägen, afstånd från kusten o. s. v., få för hvar och en af dessa ett nederbördsvärde, i hvilket de angifna förhållandena blifvit på vederbörligt sätt beaktade.

[1]) Om skog. inflyt. Sveriges klimat, IV, Nederbörd, Bih. Domänstyr. Berätt. rör. Skogsväs. 1895.

Tabell E.

	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	S:ma
1897	10*	32	74	26	34	27	**120**	88	**106**	46	52	59	674
1898	33	42	46	41	115	113	92	114	40	14*	78	**169**	897
1899	77	35	40	76	27*	60	79	28	**125**	71	80	45	743
1900	51	60	27*	59	28	61	65	126	75	**137**	53	122	864
1901	28	27	51	51	35	**84**	13*	82	17	42	48	52	530*
1902	71	10	50	8*	62	54	80	**92**	51	87	12	40	617
1903	67	71	55	60	28	39	87	**153**	86	120	34	22*	822
1904	46	47	25	77	73	54	19*	**123**	56	62	66	91	739
1905	43	34	43	53	20*	[illegible]	70	**171**	73	53	37	22	684
1906	73	31	40	32	50	29	71	**89**	25	45	84	57	626
Medeltal.	50	39*	45	48	47	59	70	**107**	65	68	54	68	720

Tabell E, angifvande månadsmedeltalen af de för Nissans hela bevattningsområde beräknade nederbördsmängderna i mm. under 10-års-perioden.

Maximum för hvartdera af 10-års-periodens 5 sista år håller sig i. augusti; dessutom finnes ett maximum i juni (1901), ett i juli (1897), ett i september (1899) och ett i oktober (1900). Ett nederbördsmaximum för december hör till ovanligheterna; det ifrågavarande (1898) beror på den i västra Götaland under december månad nämnda år inträffade ovanligt starka nederbörden, så stark, att en liknande ej observerats vid nämnda tid och inom nämnda del af Sverige under de sist förflutna 50 åren. Månadsnederbörden för Kinnared steg under december 1898 till 207.2 mm.

Minima äro mera oregelbundet fördelade: två i hvardera af månaderna maj och juli samt ett i hvardera af januari, mars, april, september, oktober och december. I medeltal för hela periodens månader lämnar februari den minsta, augusti den största nederbörden.

Af årssummorna framgår, att 1898 var det våtaste, 1901 det torraste året af den här behandlade perioden. Medeltalet af de 10 årens nederbördsmängder för hela dräneringsområdet utgör 720 mm.

För att visa, i hvad mån resultaten af det här använda beräkningssättet skilja sig från de resultat, som skulle erhållits vid en enkel medeltalsberäkning (summan af stationernas nederbördsvärden dividerad med stationernas antal), sammanför jag båda i nedanstående tabell *F*.

Tabell F.

	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	Medeltal
Här beräknade	674	897	743	864	530	617	822	739	684	626	720
Medelvärden ...	743	920	770	889	573	604	787	718	657	628	729
Skillnad	−69	− 23	− 27	−25	− 43	+ 13	+35	+ 21	+27	− 2	− 9

Tabell F visar skillnaden emellan här beräknade värden för de olika årens nederbörd i mm. och de värden, som skulle erhållits vid en enkel medeltalsberäkning.

För somliga år blir skillnaden emellan de på nämnda olika sätt erhållna värdena ganska stor, 69 mm. för år 1897, 35 mm. för år 1903, för andra däremot obetydlig, 13 mm. för 1902, 2 mm. för 1906. Att de vid mina beräkningar erhållna värdena för de första fem åren af perioden äro högre än medelvärdena, beror därpå, att man vid den enkla medeltalsberäkningen utan företagen interpolering alldeles saknar siffror under dessa år för den högst belägna och regnfattigaste lokalen, Flahult, hvadan således medeltalen, uträknade endast från de regnrikare stationerna, måste bli för höga. Att de af mina beräkningar framgångna siffrorna för de sista fem åren blifvit något högre än de enkla medeltalen ur stationernas nederbördsmängder, utan tagen hänsyn till höjdförhållanden o. s. v., beror därpå, att jag vid dessa beräkningar ej kunde låta Flahult ensamt representera ens en hel ruta af områdets tio, under det t. ex. det regnrikare Kinnared fick ensam representera tre rutor och jämte Kållerstad en fjärde.

4. Vattenstånd.

Regelbundna anteckningar öfver vattenståndet i Nissan, vid Johansfors, ha sedan den 16 oktober 1899 gjorts af stationsinspektoren vid Johansfors station J. A. Hempel. Afläsningarna äro verkställda på en på vanligt sätt graderad pegelskala hvarje dag emellan kl. 1 och 2 e. m. De här nedan anförda siffrorna äro af mig afskrifna efter observatörens originalanteckningar; de sträcka sig från nämnda dato, 16 okt. 1899, till april år 1907, således öfver fulla 7 år. Under tiden från den 10 december 1899 till och med den 24 januari 1900 samt från den 31 januari till och med 23 februari sistnämnda år var Nissan tillfrusen vid Johansfors. Från de dagar, då ån var isbelagd, föreligga inga vattenståndsobservationer.

Enär sådana observationer som dessa lämna ett oersättligt material för bedömandet af de framrinnande vattenmassornas mängd, och enär de ej förut äro publicerade, anför jag dem här, sidd. 19—27, in extenso, i tabellform. Jag vill härmed fylla ett af de hufvudsyften, man afser med en hydrografisk undersökning af ett vattendrag, att lämna en uppslagsbok för besvarandet af framtida frågor angående vattendragets användbarhet för det ena eller andra slaget af kraftanläggning, bevattning o. s. v.

1899.

Dat.	Okt.	Nov.	Dec.
1		8.78	8.96
2		8.72	8.97
3		*8.67	8.97
4		8.73	8.92
5		8,77	8.97
6		8.77	8.78
7		8.71	8.82
8		8.69	8.78
9		8.80	8.70
10		8.83	Tillfrus.
11		8.83	»
12		9.01	»
13		9.00	»
14		8.94	»
15		8.90	»
16	8.87	8.85	»
17	8.79	8.82	»
18	8.78	8.80	»
19	8.78	8.79	»
20	8.75	8.80	»
21	8.71	8.72	»
22	8.63	8.82	»
23	8.63	8.77	»
24	8.61	8.97	»
25	8.56	9.17	»
26	8.52	9.07	»
27	8.65	9.06	»
28	8.68	9.02	»
29	8.65	8.98	»
30	8.68	8.96	»
31	8.78	—	»
Medeltal		8.86	

1900.

Dat.	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov	Dec.
1	Tillfrusen	Tillfrusen	8.86	8.71	9.09	8.46	8.29	*8.13	8.52	8.82	9.13	8.79
2	«	»	8.86	8.71	9.08	8.43	8.28	8.30	8.52	8.83	9.09	8.76
3	»	»	8.83	8.68	9.03	8.39	8.22	8.36	8.57	8.73	9.03	8.75
4	»	»	8.81	8.65	8.90	8.45	8.37	8.40	8.55	8.73	9.05	8.74
5	»	»	8.77	*8.61	8.94	8.38	8.30	8.43	8.52	*8.72	9.03	8.72
6	»	»	8.72	8.62	8.91	8.34	8.35	8.48	8.60	9.17	9.08	8.69
7	»	»	8.68	8.66	8.86	8.34	8.46	8.40	8.71	9.21	9.06	8.67
8	»	»	8.67	8.74	8.82	8.34	8.57	8.38	8.69	9.15	9.04	*8.64
9	»	»	8.65	8.86	8.79	8.35	8.44	8.39	8.69	9.10	9.01	8.72
10	»	»	8.62	9.06	8.72	8.33	8.35	8.42	8.55	9.05	9.01	9.21
11	»	»	8.61	9.14	8.71	8.33	8.34	8.50	8.65	9.03	9.01	9.12
12	»	»	8.61	9.40	8.70	8.30	8.28	8.42	8.64	8.97	9.00	9.27
13	»	»	8.66	9.55	8.68	8.28	8.30	8.38	8.59	8.94	9.00	9.33
14	»	»	*8.60	9.60	8.66	8.25	8.29	8.32	8.55	9.10	8.99	9.35
15	»	»	8.61	9.58	8.61	8.25	8.28	8.32	8.49	9.17	9.10	9.32
16	»	»	8.74	9.68	8.62	8.24	8.29	8.28	8.46	9.23	9.12	9.46
17	»	»	8.77	9.74	8.59	8.22	8.13	8.29	8.46	9.16	9.11	9.41
18	»	»	8.75	9.68	8.57	8.29	8.22	8.24	8.43	9.10	9.09	9.34
19	»	»	8.91	9.62	8.57	8.22	8.23	8.18	8.40	9.05	9.06	9.29
20	»	»	9.00	9.63	8.47	*8.20	8.19	8.17	8.38	9.03	9.02	9.31
21	»	»	8.94	9.63	8.51	8.22	8.16	8.17	8.36	9.00	9.00	9.47
22	»	»	8.88	9.61	8.50	*8.20	8.20	8.17	8.35	8.98	8.97	9.46
23	»	»	8.86	9.60	8.49	8.22	8.10	8.17	*8.34	8.99	8.94	9.43
24	»	8.60	8.84	9.51	8.48	8.30	8.09	8.17	8.35	9.00	8.92	9.38
25	8.86	8.67	8.82	9.43	8.46	8.28	*8.00	8.19	8.35	8.96	8.89	9.37
26	8.88	8.88	8.81	9.37	8.47	8.25	8.13	8.30	8.35	9.04	8.87	9.43
27	8.91	8.95	8.80	9.30	8.56	8.26	8.14	8.84	8.53	9.06	8.85	9.45
28	8.89	8.90	8.77	9.22	8.45	8.39	8.03	8.71	9.05	9.10	*8.83	9.39
29	8.88	—	8.75	9.17	*8.42	8.35	8.03	8.57	9.05	9.25	8.85	9.28
30	8.82	—	8.75	9.12	8.46	8.34	8.07	8.48	8.92	9.25	*8.83	9.22
31	Tillfrusen	—	8.70	—	8.49	—	8.13	8.47	—	9.19	—	9.14
Medeltal			8.76	9.23	8.67	8.31	*8.24	8.37	8.55	9.04	9.00	9.15

1901.

Dat.	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1	9.02	8.71	8.45	*8.79	8.81	*8.33	8.54	8.18	8.20	*7.95	—	8.48
2	8.99	8.78	8.42	9.02	8.77	8.58	8.51	8.08	8.21	*7.95	—	8.45
3	8.95	8.69	8.41	9.06	8.75	8.53	8.48	8.03	8.18	*7.95	—	8.56
4	8.92	8.70	*8.39	9.42	8.72	8.49	8.44	8.03	8.16	7.96	—	8.44
5	8.96	8.66	8.42	9.47	8.72	8.42	8.39	8.05	8.14	7.98	—	8.45
6	8.96	8.66	8.45	9.35	8.67	8.45	8.34	8.08	8.11	7.98	—	8.39
7	8.95	8.64	8.51	9.20	8.66	8.48	8.31	8.08	8.09	8.03	—	8.48
8	8.89	8.64	8.55	9.27	8.62	8.50	8.28	8.09	8.02	7.98	—	8.69
9	8.86	8.64	8.58	9.27	8.64	8.48	8.26	8.08	8.03	8.04	—	8.66
10	8.84	8.61	8.57	9.27	8.72	8.46	8.25	8.06	8.05	8.06	—	8.62
11	8.81	8.64	8.68	9.33	8.78	8.43	8.25	8.08	8.05	8.06	—	8.58
12	8.78	8.66	8.71	9,37	8.73	8.52	8.25	8.03	8.05	8.04	—	8.58
13	8 75	8.69	8.76	9.42	8.69	8.67	8.25	8.06	8.04	8.03	—	8.58
14	8.74	8.73	8.79	9.44	8.68	8.62	8.13	8.04	8.04	8.01	—	8.62
15	8.73	8.77	8.82	9.44	8.66	8.58	8.21	8.09	7.97	7.99	—	8.58
16	8.72	8.77	8.79	9.48	8.66	8.54	8.19	8.12	*7.92	8.05	—	8.62
17	8.71	8.75	8.75	9.46	8.57	8.54	8.18	8.10	8.03	8.04	—	8.70
18	8.70	8.60	8.76	9.42	8.54	8.57	8.18	8.09	8.01	8.02	8.38	8.70
19	8.66	8.63	8.72	9.37	8.56	8.56	8.20	8.12	8.04	8.01	8.59	8.43
20	8.65	8.61	8.71	9.29	8.56	8.54	8.20	8.15	8.04	8.00	9.04	8.43
21	*8.64	8.58	8.69	9.23	8.52	8.51	*8.08	8.14	8.05	7.99	8.82	8.42
22	8.67	8.52	8.67	9.18	8.48	8.49	8.17	8.07	7.97	8.00	8.68	8.40
23	8.95	8.50	8.63	9.13	8.47	8.46	8.16	8.08	8.00	8.05	8.59	8.39
24	8.99	*8.43	8.62	9.08	8.45	8.43	8.16	8.03	8.03	8.06	8.48	8.38
25	8.90	8.45	8.67	9.05	8.43	8.62	8.12	*8.00	8.01	8.06	8.46	*8.37
26	8.87	8.48	8.68	8.98	8.40	8.74	8.12	8.06	7.98	8.05	8.41	8.40
27	8.83	8.45	8.62	8.93	8.38	8.65	8.14	8.09	7.97	8.04	8.39	8.46
28	8.78	8.45	8.58	8.88	8.38	8.62	8.16	8.14	7.95	8.01	8.43	8.47
29	8.74	—	8.56	8.85	*8.35	8.58	8.13	8.19	7.96	8.27	8.39	8.55
30	8.73	—	8.54	8.83	*8.35	8.56	8.14	8.18	7.98	8.37	8.40	8.63
31	8.73	—	8.50	—	*8.35	—	8.15	8.19	—	8.27	—	8.71
Medeltal	8.82	8.62	8.61	9.21	8.58	8.53	8.24	8.09	*8.04	*8.04		8.52

1902.

Dat.	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1	8.95	8.67	8.35	8.78	8.52	8.62	8.28	8.32	8.68	8.37	**8.82**	8.44
2	9.06	**8.70**	8.39	8.77	8.54	8.58	8.27	8.40	8.62	8.37	8.78	8.55
3	**9.12**	8.63	8.41	8.75	8.56	8.54	8.26	8.40	8.64	8.39	8.75	8.62
4	9.03	8.62	8.42	8.78	8.53	8.50	8.25	8.41	8.61	8.36	8.68	8.68
5	9.10	8.59	8.43	8.82	8.53	8.46	8.21	8.42	8.60	8.33	8.66	8.50
6	9.03	8.58	8.43	8.80	8.52	8.47	8.21	8.40	8.58	8.32	8.64	8.41
7	9.10	8.56	8.44	**8.83**	8.52	8.47	8.20	8.35	8.56	8.30	8.62	8.41
8	9.04	8.54	8.50	8.82	8.55	8.51	8.20	*8.25	8.54	8.30	8.61	8.36
9	8.98	8.52	8.53	8.77	8.52	8.57	8.25	8.35	8.49	8.30	8.60	8.32
10	8.99	8.51	8.45	8.76	*8.51	8.68	8.16	8.40	8.46	8.30	8.60	8.28
11	8.97	8.50	8.42	8.74	8.52	**8.69**	8.37	8.44	8.42	8.30	8.64	*8.24
12	8.91	8.46	8.37	8.70	8.54	8.67	**8.39**	8.48	8.42	8.30	8.62	8.28
13	8.87	8.46	8.35	8.67	8.61	8.61	8.34	8.50	8.40	*8.29	8.65	8.30
14	8.77	8.47	8.34	8.67	8.64	8.57	8.31	8.52	8.43	8.31	8.64	8.28
15	8.74	8.47	*8.31	8.61	8.70	8.53	8.24	8.53	*8.37	8.40	8.60	8.30
16	8.86	8.44	8.35	8.63	8.76	8.52	8.24	8.63	8.46	8.90	8.59	8.31
17	8.81	8.41	8.44	8.62	8.88	8.54	8.23	8.56	8.64	9.07	8.56	8.32
18	8.83	8.40	8.49	8.61	8.96	8.50	8.21	8.53	**8.81**	9.05	8.49	8.31
19	8.85	8.40	8.59	8.60	**9.04**	8.45	8.25	8.50	8.75	9.02	8.48	8.28
20	8.87	8.37	8.69	8.60	8.98	8.46	8.23	8.53	8.69	8.92	8.47	8.28
21	8.96	8.37	8.89	8.62	8.95	8.46	8.22	8.53	8.65	9.00	8.46	8.28
22	8.88	8.36	8.94	8.58	8.92	8.44	8.21	8.47	8.60	**9.17**	8.44	8.28
23	8.83	8.36	**9.00**	8.57	8.88	8.42	8.20	8.43	8.55	9.10	8.40	8.30
24	8.83	8.35	8.89	8.59	8.87	8.40	8.17	8.43	8.53	9.01	8.43	8.40
25	8.85	8.35	8.97	8.58	8.84	8.37	8.19	8.41	8.48	8.99	8.44	8.50
26	8.88	8.33	8.97	8.58	8.81	8.35	8.16	8.40	8.47	8.95	8.40	**8.85**
27	8.81	*8.31	8.91	8.54	8.77	8.33	*8.10	8.40	8.45	8.93	8.38	8.67
28	8.80	8.32	8.87	8.51	8.77	8.31	8.23	8.50	8.43	8.90	*8.37	8.77
29	8.70	—	8.84	*8.47	8.73	*8.27	8.25	8.56	8.41	8.87	8.38	8.70
30	8.65	—	8.83	8.48	8.69	*8.27	8.28	8.53	8.40	8.86	8.40	8.65
31	*8.62	—	8.82	—	8.66		8.31	**8.72**	—	8.84	—	8.57
Medeltal	**8.90**	8.47	8.60	8.66	8.70	8.49	*8.24	8.46	8.54	8.66	8.56	8.43

1903.

Dat.	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1	8.56	9.15	9.25	9.02	**8.85**	8.37	8.20	8.44	9.05	*8.66	**8.90**	8.65
2	8.55	9.08	9.20	8.98	8.83	**8.40**	8.18	8.46	9.04	8.71	8.84	8.59
3	*8.54	9.02	9.17	8.95	8.81	8.37	8.16	8.43	8.98	8.93	8.82	8.55
4	8.58	8.97	9.14	8.95	8.78	8.35	8.14	8.45	8.92	9.05	8.80	8.54
5	8.83	8.97	9.15	9.05	8.75	8.32	8.12	8.53	8.88	9.00	8.78	8.53
6	8.80	8.98	9.13	9.06	8.77	8.31	8.11	8.78	8.83	9.16	8.76	8.50
7	9.05	8.98	9.12	9.14	8.76	8.30	8.11	8.71	8.78	9.14	8.74	8.52
8	**9.24**	9.22	9.10	**9.15**	8.77	8.27	8.16	8.68	8.88	9.09	8.73	8.55
9	9.10	9.15	9.05	9.10	8.76	8.24	8.12	8.65	9.18	9.04	8.72	8.55
10	9.10	9.05	9.02	9.08	8.76	8.23	8.12	8.58	**9.47**	9.26	8.70	8.57
11	9.22	9.11	8.96	9.06	8.73	8.25	8.10	8.51	9.43	9.24	8.71	**8.87**
12	9.02	9.09	8.92	9.05	8.71	8.24	8.08	8.50	9.41	9.19	8.70	8.75
13	8.97	9.02	8.86	9.05	8.70	*8.21	8.10	8.48	9.39	9.12	8.70	8.70
14	8.93	8.91	8.82	9.03	8.71	8.25	8.11	8.45	9.29	9.09	8.67	8.67
15	8.94	8.88	*8.73	8.99	8.67	8.22	8.12	8.45	9.18	9.15	8.65	8.60
16	8.94	8.83	*8.73	8.97	8.66	8.22	8.10	8.43	9.12	9.19	8.63	8.57
17	8.91	*8.75	*8.73	8.95	8.65	8.30	8.13	8.41	9.06	**9.27**	8.60	8.55
18	8.87	8.78	*8.73	8.93	8.67	8.25	8.12	8.40	9.02	9.24	8.58	8.54
19	8.87	8.77	8.82	8.91	8.64	8.26	8.10	*8.35	8.95	9.19	*8.55	8.54
20	8.88	8.87	9.18	8.89	8.67	8.30	*8.05	8.46	8.90	9.17	8.58	8.53
21	8.90	8.87	**9.27**	8.87	8.66	8.35	8.15	8.50	8.84	9.13	*8.55	8.52
22	8.91	9.05	9.17	8.89	8.65	8.27	8.23	8.50	8.79	9.10	8.60	8.52
23	8.93	9.15	9.10	8.91	8.62	8.27	**8.33**	8.68	8.74	9.11	8.70	8.51
24	9.00	9.15	9.07	8.93	8.58	8.27	8.30	8.95	8.69	9.12	8.85	8.49
25	9.12	9.10	9.07	8.96	8.57	8.26	8.23	**9.12**	8.66	9.10	8.80	8.47
26	9.01	9.09	9.07	8.94	8.51	8.26	8.22	8.98	8.63	9.09	8.76	8.46
27	9.01	9.27	9.04	8.91	8.50	8.25	8.20	8.95	8.60	9.04	8.72	8.45
28	9.05	**9.30**	9.01	*8.85	8.48	8.24	8.10	9.02	8.57	9.01	8.68	8.44
29	9.10	—	9.00	8.89	8.45	8.23	8.20	9.10	*8.55	8.94	8.64	8.39
30	9.16	—	9.00	8.87	8.43	8.22	8.22	9.06	8.60	8.94	8.60	8.36
31	9.20	—	9.00	—	*8.40	—	**8.33**	9.07	—	8.92	—	*8.35
Medeltal	8.95	9.02	9.02	8.98	8.66	8.28	*8.16	8.65	8.95	**9.08**	8.70	8.54

1904.

Dat.	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1	8.35	8.66	8.47	*9.00	9.00	**8.50**	8.40	8.01	**8.27**	*8.21	8.60	*8.58
2	8.36	8.57	8.47	9.02	9.03	8.47	8.42	8.01	8.26	8.26	8.59	8.68
3	8.35	8.52	8.46	9.10	9.05	8.45	**8.44**	8.00	8.24	8.29	8.58	9.07
4	8.35	8.58	8.46	9.25	9.20	8.42	8.40	8.00	8.22	8.26	8.57	9.19
5	8.36	8.57	8.45	9.30	9.23	8.40	8.37	7.98	8.20	8.27	8.62	9.56
6	8.36	8.56	8.44	9.34	**9.29**	8.39	8.35	*7.97	8.18	8.30	8.65	9.52
7	8.35	8.54	8.43	**9.51**	9.24	8.37	8.34	8.01	8.16	8.33	8.67	**9.62**
8	*8.34	8.49	*8.42	9.46	9.20	8.35	8.32	8.04	8.14	8.35	8.76	9.50
9	*8.34	*8.45	8.44	9.40	9.17	8.37	8.25	8.07	8.15	8.35	**8.87**	9.41
10	8.35	8.49	8.46	9.39	9.15	8.35	8.23	8.09	8.20	8.35	8.79	9.32
11	8.35	8.53	8.43	9.37	9.12	8.34	8.22	8.11	8.24	8.33	8.75	9.29
12	8.36	8.54	8.46	9.35	9.10	8.33	8.21	8.16	8.23	8.31	8.62	9.26
13	8.37	8.59	8.46	9.34	9.08	8.32	8.20	8.17	8.21	8.29	8.63	9.22
14	8.63	8.64	8.45	9.32	9.06	8.30	8.19	8.16	8.20	8.31	8.59	9.18
15	**8.98**	**8.76**	8.44	9.29	9.03	8.29	8.18	8.29	8.18	8.35	8.61	9.14
16	8.94	8.75	8.43	9.26	9.00	8.28	8.17	8.49	8.16	8.37	8.58	9.12
17	8.81	8.72	8.43	9.25	8.98	8.27	8.16	8.28	8.15	8.39	8.59	9.21
18	8.74	8.68	*8.42	9.24	8.95	8.26	8.15	8.29	8.14	8.42	*8.55	9.25
19	8.69	8.65	8.46	9.21	8.96	8.25	8.19	8.30	8.12	8.43	8.58	9.21
20	8.65	8.64	8.52	9.17	8.94	8.24	8.16	**8.58**	8.19	8.50	8.59	9.15
21	8.60	8.63	8.66	9.14	8.91	*8.23	8.13	8.44	8.16	8.36	8.58	9.12
22	8.61	8.63	8.85	9.11	8.88	8.25	8.10	8.39	8.14	8.32	8.60	9.12
23	8.63	8.62	9.00	9.08	8.86	8.26	8.07	8.35	8.12	8.33	8.62	9.11
24	8.67	8.60	9.00	9.05	8.81	8.28	8.04	8.30	8.12	8.35	8.65	9.02
25	8.73	8.57	8.94	9.03	8.78	8.30	*8.00	8.27	8.12	8.51	8.63	8.88
26	8.70	8.54	8.97	9.02	8.74	8.38	8.17	8.23	8.10	8.73	8.62	8.88
27	8.66	8.53	8.95	9.01	8.71	8.40	8.08	8.25	*8.08	**8.76**	8.63	8.89
28	8.67	8.52	9.02	*9.00	8.65	8.42	8.06	8.25	8.11	8.67	8.60	8.88
29	8.67	8.51	9.02	9.02	8.59	8.44	8.04	8.28	8.14	8.64	8.56	8.94
30	8.71	—	**9.03**	*9.00	8.56	8.37	8.04	8.28	8.17	8.62	8.59	8.87
31	8.70	—	9.02	—	*8.53	—	8.02	8.28	—	8.60	—	8.73
Medeltal	8.56	8.59	8.63	**9.20**	8.96	8.34	8.20	8.20	*8.17	8.41	8.63	9.13

1905.

Dat.	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1	8.65	8.54	8.54	8.83	9.05	8.39	8.25	*8.14	9.09	8.64	8.71	8.84
2	8.68	8.56	8.53	8.82	9.09	8.38	8.23	8.41	8.98	8.64	8.72	8.82
3	8.72	8.59	8.53	8.81	9.19	8.36	8.32	8.56	8.96	8.63	8.67	8.80
4	8.86	8.60	8.51	8.81	9.12	8.36	8.38	8.55	8.87	8.61	8.67	8.77
5	8.82	8.62	8.49	8.80	9.09	8.36	8.33	8.50	8.84	8.70	8.64	8.78
6	8.80	8.80	8.46	8.88	9.05	8.35	8.30	8.46	8.83	8.72	8.63	8.75
7	8.78	9.01	*8.45	8.88	9.02	8.35	8.25	8.45	8.81	8.77	8.55	8.70
8	8.86	8.90	8.48	8.84	8.98	8.34	8.23	8.44	8.81	8.75	8.59	8.69
9	8.98	8.77	8.52	8.82	8.96	8.34	8.20	8.41	8.84	8.70	8.56	8.80
10	9.08	8.72	8.58	8.79	8.94	8.33	8.18	8.38	8.90	8.61	8.53	8.81
11	9.15	8.69	8.70	8.81	8.90	8.32	8.16	8.63	9.14	8.62	8.50	8.78
12	9.21	8.67	9.25	8.85	8.87	8.28	*8.03	8.62	9.12	8.61	8.50	8.77
13	9.21	8.63	9.17	8.87	8.84	8.25	8.22	8.57	9.10	8.66	8.50	8.73
14	9.05	8.63	9.11	8.85	8.83	8.24	8.11	8.54	9.01	8.72	8.49	8.71
15	8.91	8.57	9.12	8.88	8.79	8.29	8.13	8.51	8.98	8.68	8.45	8.70
16	8.88	*8.53	9.11	8.85	8.76	8.29	8.13	8.46	8.96	8.64	8.46	8.67
17	8.83	8.54	9.10	8.81	8.72	8.29	8.14	8.41	8.90	8.62	8.42	8.64
18	8.80	8.67	9.06	8.78	8.69	8.28	8.11	8.37	8.85	8.61	8.40	8.63
19	8.80	8.93	9.03	8.75	8.66	8.33	8.07	8.39	8.81	8.60	8.38	8.62
20	8.79	8.84	9.01	*8.73	8.62	*8.22	8.05	8.51	8.77	8.58	*8.33	8.61
21	8.73	8.76	8.98	8.86	8.60	8.28	*8.03	8.50	8.74	8.55	8.39	8.60
22	8.72	8.67	8.90	8.90	8.59	8.30	8.04	8.46	8.68	8.55	8.44	8.57
23	8.68	8.64	8.87	8.87	8.52	8.38	8.10	8.40	8.64	8.55	8.48	8.58
24	8.66	8.61	8.85	8.81	8.49	8.39	8.10	8.44	8.65	8.55	8.50	8.59
25	8.64	8.59	8.82	8.80	8.51	8.28	8.14	8.77	8.64	8.54	8.55	8.55
26	8.59	8.57	8.77	8.84	8.49	*8.22	8.26	8.80	8.62	*8.52	8.67	8.61
27	8.59	8.55	8.70	8.89	8.47	8.29	8.23	8.83	8.61	8.54	8.80	8.58
28	8.58	8.54	8.68	8.90	8.46	8.29	8.19	8.68	8.59	8.56	9.06	8.53
29	8.57	—	8.73	9.00	8.44	8.30	8.17	8.93	*8.58	8.66	9.03	8.50
30	8.58	—	8.83	9.04	*8.40	8.29	8.14	9.17	8.59	8.61	8.93	*8.47
31	*8.56	—	8.84	—	8.42	—	8.21	9.20	—	8.65	—	8.58
Medeltal	8.80	8.67	8.80	8.84	8.76	8.31	*8.18	8.56	8.83	8.63	8.59	8.67

1906.

Dat.	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1	8.60	8.91	8.55	8.72	8.77	8.48	8.12	8.13	8.10	*7.97	8.22	8.84
2	8.63	8.96	8.55	8.70	8.88	8.67	8.13	8.09	8.11	8.02	*8.17	8.77
3	8.65	8.97	*8.48	8.69	8.85	8.70	8.11	8.08	8.16	8.04	8.27	8.82
4	8.67	8.92	8.52	8.69	8.80	8.63	8.12	8.06	8.11	8.09	8.20	9.05
5	8.47	8.89	8.61	8.69	8.78	8.58	8.10	8.08	8.12	8.04	8.24	8.97
6	*8.40	8.80	9.00	8.69	8.77	8.53	8.13	8.04	8.12	8.04	8.27	8.95
7	8.43	8.75	9.44	8.70	8.76	8.52	8.12	8.04	8.15	8.05	8.30	8.80
8	8.48	8.73	9.49	8.70	8.69	8.48	8.14	*8.02	8.16	8.13	8.28	8.79
9	8.47	8.68	9.42	8.70	8.67	8.49	8.14	8.04	8.13	8.03	8.26	9.30
10	8.44	8.66	9.16	8.69	8.65	8.45	8.11	*8.02	8.16	8.06	8.47	9.16
11	8.54	8.65	9.11	8.70	8.65	8.41	8.12	8.03	8.14	8.09	8.62	9.00
12	8.62	8.64	9.19	8.70	8.63	8.38	8.11	8.06	8.18	8.03	8.44	8.87
13	8.68	8.63	9.19	8.70	8.58	8.39	8.10	8.04	8.07	8.06	8.42	8.87
14	8.69	8.62	9.15	8.69	8.58	8.38	*8.04	8.05	8.05	8.05	8.44	8.80
15	8.76	8.61	9.10	8.68	8.56	8.34	8.10	*8.02	8.06	8.06	8.44	8.77
16	8.75	8.60	9.07	8.67	8.55	8.31	8.07	8.07	8.05	8.06	8.44	8.75
17	8.84	8.59	9.15	8.65	8.61	8.36	8.08	8.04	8.11	8.08	8.45	8.68
18	8.95	8.58	9.35	*8.64	8.60	8.23	8.12	8.09	8.06	8.07	8.50	8.66
19	8.92	8.56	9.30	8.65	8.59	8.25	8.05	8.12	8.06	8.08	8.59	8.64
20	8.75	8.57	9.17	8.66	8.59	8.20	8.12	8.14	8.04	8.09	8.67	8.57
21	8.71	8.56	9.08	8.67	8.58	8.17	8.15	8.14	8.04	8.06	8.79	8.59
22	8.72	8.55	9.04	8.68	8.53	8.19	8.16	8.11	8.04	8.10	8.76	8.58
23	8.75	8.56	9.00	8.72	8.51	8.14	8.15	8.13	*8.03	8.04	8.71	8.57
24	8.68	8.52	8.95	8.75	8.48	*8.12	8.06	8.12	8.12	8.03	8.70	8.53
25	8.65	8.52	8.90	8.73	8.45	8.21	8.11	8.14	8.06	8.12	8.67	8.52
26	8.67	*8.51	8.81	8.73	*8.44	8.19	8.19	8.16	*8.03	8.29	8.68	8.54
27	8.74	8.52	8.80	8.73	*8.44	8.18	8.15	8.22	8.11	8.28	8.69	*8.47
28	9.01	8.54	8.79	8.72	8.45	8.17	8.13	8.20	8.06	8.22	8.70	8.54
29	9.16	—	8.77	8.70	8.48	8.14	8.09	8.21	*8.03	8.22	8.74	8.55
30	9.06	—	8.74	8.70	8.48	*8.12	8.10	8.17	8.05	8.23	8.77	8.60
31	9.00	—	8.73	—	8.49	—	*8.04	8.10	—	8.23	—	8.66
Medeltal	8.71	8.66	8.99	8.69	8.61	8.35	8.11	*8.09	*8.09	*8.09	8.50	8.72

1907.

Dat.	Jan.	Febr.	Mars
1	8.66	8.37	8.56
2	8.67	8.36	8.53
3	8.67	8.29	8.49
4	8.56	8.28	8.47
5	8.48	8.28	8.46
6	8.47	8.28	8.44
7	8.45	8.29	8.41
8	8.44	8.29	8.46
9	8.46	8.30	8.41
10	8.67	8.29	8.44
11	8.65	*8.27	8.41
12	8.62	8.28	8.39
13	8.63	8.30	8.38
14	8.64	8.29	8.36
15	8.65	8.28	8.34
16	8.64	8.30	*8.32
17	8.65	8.29	8.54
18	8.60	8.29	9.18
19	8.54	8.31	9.19
20	8.55	8.47	9.24
21	8.50	8.48	9.19
22	8.49	8.49	9.07
23	8.50	8.48	9.08
24	8.56	8.47	9.04
25	8.53	8.48	9.00
26	8.50	8.50	8.98
27	8.48	8.56	9.01
28	8.53	8.60	9.04
29	8.42	—	9.08
30	8.40	—	9.10
31	*8.38	—	9.10
Medeltal	8.55	8.36	8.73

För att därjämte vinna nödig öfversikt öfver vattenståudets höjd under olika år, för att grafiskt åskådliggöra hög- och lågvattensperiodernas sammanfallande eller divergenser under de här behandlade afflytningsåren, har jag på grundvalen af de i tabellerna föreliggande vattenståndssiffrorna konstruerat vattenståndskurvor för tiden 16 oktober 1899 till 31 december 1906 (figg. 4 och 5, efter texten). Mest instruktivt hade utan tvifvel varit att, om så varit möjligt, insätta alla dessa kurvor på samma figur, men som detta stöter på mycket stora, rent tekniska svårigheter, har jag fördelat desamma på två afdelningar, den ena omfattande tre, den andra fyra år.

Vid en jämförelse mellan dessa kurvor synes utan vidare det industriella vattenåret sönderfalla i två perioder, lågvattens- och högvattensperioden, den förra omfattande juni, juli och augusti, den senare årets nio öfriga månader. För somliga år kunde mycket väl lågvattensperioden sägas inträda redan under sista hälften af maj, medan den å andra sidan stundom sträcker sig in i september.

I a. kan 8.40 m., efter här användt grundplan, sägas bilda åtminstone den industriella lågvattensgränsen. Såsom kurvorna visa, sänker sig vattenytan, vid den allmänna nedgången till lågvattenståndet, under denna gräns just de sista dagarna af maj eller de första af juni; på allvar öfverskrides ånyo samma gräns vid den allmänna stigningen först de sista dagarna i augusti eller de första i september. Under den normala lågvattensgränsen sänker sig vattenytan egentligen endast under juli och för år med allmänt högt vattenstånd endast under senare hälften af nämnda juli månad. Under det exceptionella lågvattensåret 1906 höll sig v. y. under lågvattensgränsen ända fram till slutet af oktober månad; medelvattenståndet för hela året 1906 var 8.41 m. Likaså var medelvattenståndet också för år 1901 ovanligt lågt, 8.46 m.; äfven vid detta tillfälle höll sig v. y. under 8.20-meters-linien till inemot slutet af oktober månad. Det var också under år 1901, som det exceptionellt låga vattenståndet, 7.92 m., uppmättes, den 16 september, samt det mycket låga, 7.95 m., vid flera tillfällen mot slutet af september och början af oktober. Också år 1904, den 5 och 6 augusti, sänkte sig vattenytan under 8-metersnivån, till 7.98 resp. 7.97 m.

Eftersom vi få tillfälle att återkomma till denna fråga längre fram, vill jag f. n. endast påminna därom, att just dessa månader med lågvattenstånd ha en stark

nederbörd, att augusti t. o. m. är den på nederbörd ojämförligt rikaste månaden, räknadt efter månadsmedeltalen för de sist förflutna tio åren, att juli, efter samma beräkningsgrund, är den på nederbörd näst rikaste månaden, och att juni i fråga om nederbördens storlek öfverträffas utom af augusti och juli endast af september, oktober och december. Om således vattenståndets höjd vore en direkt återspegling af nederbördens, borde juni, juli och augusti eller åtminstone de två sist nämnda månaderna visa de högsta vattenstånden under året. Sedan vi i nästa kapitel uträknat den afrinnande vattenmängden för årets olika månader och därigenom erhållit värden, som kunna direkt jämföras med nederbördssiffrorna, kunna vi närmare ingå på orsakerna till denna skenbara motsägelse.

Med nederbördshöjden i mm. för en viss dag kunna vi naturligtvis ej direkt jämföra vattenståndshöjden för samma dag. En viss tid måste förflyta, under hvilken nederbörden skall hinna samla sig i flodfåran och där framkalla en höjning af vattenståndet.

För att kunna öfverskåda, inom huru lång tid den fallande nederbörden gaf sig tillkänna i en höjning af vattenståndet, uppsattes resultaten af dagliga nederbördsobservationer vid Kinnared [1]) tillsammans med samma dag vid Johansfors, 25 kilom. nedanför Kinnared, aflästa vattenstånd. Nederbördsobservationerna äro gjorda kl. 8 f. m. och afse således hufvudsakligen föregående dags nederbörd, hvadan de här omdaterats till dagen före observationsdagen. Vattenståndsobservationerna vid Johansfors äro utförda emellan kl. 1 och 2 e. m.

Af de här sammanställda kurvorna (figg. 6, 7, 8 och 9, efter texten) framgår, att ett nederbördsmaximum vanligtvis ej omedelbart åtföljes af ett vattenståndsmaximum, utan att detta senare inträder först en eller två dagar efter det förra; detta senare förhållande framgår mycket tydligt af t. ex. kurvan för november 1906. Vid de utomordentligt starka regnen den 3 och 8 december 1906 inträdde vattenståndsmaximum redan dagen efter regnfallet (se fig. 6).

Från denna regel gifvas dock åtminstone två viktiga undantag. Vattenståndskurvan för februari 1906 (fig. 7) visar ett maximum för den 3, framkalladt af regnet den 1 i samma månad; från detta maximum sänker sig vattenståndet tämligen jämnt till mot slutet af månaden, detta till trots för att samma februari hade flera starka nederbördsdagar, t. ex. den 8, 11 och 25. Förhållandet vinner sin förklaring däri, att nederbörden under de nämnda dagarna, liksom under de mellanliggande, föll under form af snö (fig. 7).

Kurvorna för april, maj och juni visa visserligen en reaktion på vattenståndet från nederbördens sida, också här vanligtvis inträdande två dagar efter regnfallet, men inverkan är ytterligt svag; mot t. ex. regnfallet af den 16 maj 1906 på 11.7 mm. svarar en höjning af vattenståndet 5 cm., liksom regnet af den 28 maj 1906 på 13.5 mm. åstadkom en höjning af vattenståndet på 3 cm. (fig. 9). Under november 1906 förorsakade regnfallet af den 19 på 12.8 mm. en stigning af vattenståndet på 20 cm. (fig. 6). Redan af det sagda framgår, att under olika årstider en mycket olika stor procent

[1]) Dessa ställdes välvilligt till mitt förfogande af observatören, stationsinspektoren A. LINDBLAD.

af nederbörden direkt framträder i den i floden afrinnande vattenmassan. Under sommarmånaderna går endast en obetydlig del af nederbörden till floden, ökande dennes vattenmassa; det allra mesta af sommarnederbörden afdunstar åter, upptages af växterna eller sänker sig ned i markens lösa jordlager för att ersätta de förluster, grundvattensförråden lida under sommarmånaderna.

5. Afrinning.

Vid Oskarströms jutefabrik kan man vid behof tillgodogöra sig allt det vatten Nissan hitför, såsom framgår af bifogade situationsplan (fig. 10). Det vatten, som

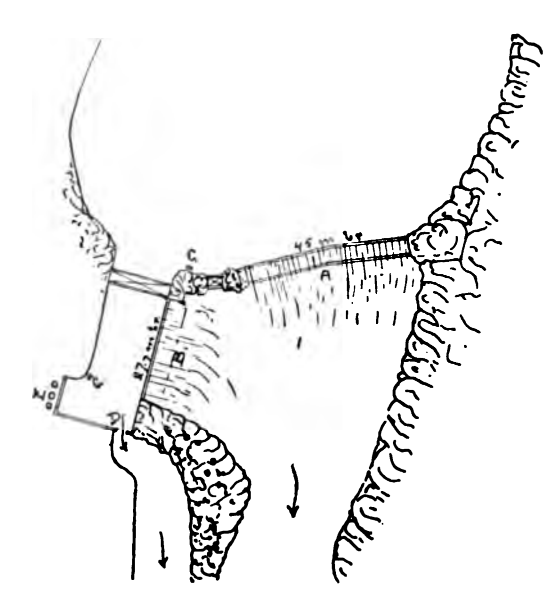


Fig. 10. Situationsplan öfver dammanläggningen vid Oskarström. A = Dammskibord. B = Kanalskibord. C = Vattenståndstaflor. D = Ändlucka. E = Turbiner.

skall användas såsom drifkraft, ledes genom kanalen till turbinerna. Öfverflödsvattnet går öfver dammskibordet och kanalskibordet; då turbinerna ej drifvas, stängas turbinluckorna, och vattnet utsläppes genom den då dragna ändluckan.

För att mäta hela den vid Oskarström framrinnande vattenmassan måste således vid högvatten- och medelvattenstånd göras tre bestämningar, en för det öfver dammskibordets och en för det öfver kanalskibordets krön gående vattnet samt ändtligen en för det, som passerar ändluckan eller turbinluckorna. Eftersom mätningarna öfver vattenhöjden vid de olika afloppsställena måste göras samtidigt, och den genom kanalens ändlucka gående vattenmängden kunde bestämmas säkrare än den genom turbinluckorna passerande, referera sig följande beräkningar till vattenståndsmätningar utförda kl. 5,30 f. m., innan ännu fabriken satts i gång. Dessa mätningar hafva utförts på föranstaltande af ingeniören W. E. Gagner, Halmstad, som välvilligt ställt sitt observationsmaterial till mitt förfogande. En fullständig serie vattenståndsobserva-

tioner föreligger för tiden 1:ste oktober 1903—30:de sept. 1904. Dessutom har jag fått låna också fullständiga listor öfver observationerna för januari, februari och mars månader innevarande år.

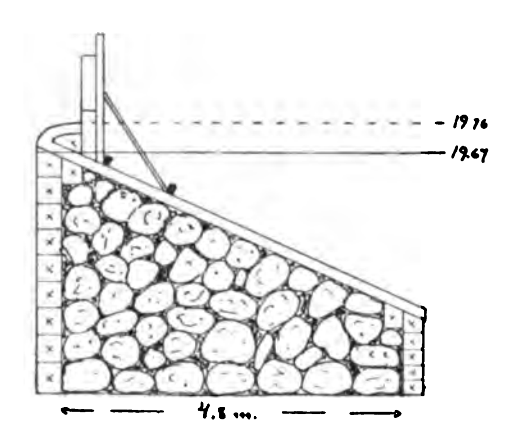


Fig. 11. Tvärsektion af dammskibordet vid Oskarström; den verksamma krönhöjden utan påsatt fördämning = 19.76; fördämningen påsättes på höjden 19.67.

För att möjliggöra en kontroll öfver tillförlitligheten af mina beräkningar anger jag här först och främst *dammskibordets* utseende i tvärsektion. Dammkrönet, absolut horisontalt, är skarpt och, utan påsatta fördämningar, med en verksam krönhöjd af + 19.76; dess fria bredd är 45 m. Öfriga mått framgå af figuren. Den formel, som användts för beräkningarna af vattenmängden i sm.[3], är

$$Q = {}^2/_3\, \mu\, .\, b\, .\, h\, \sqrt{2gh},$$

hvarvid $^2/_3\ \mu = 0.42$

$b =$ fria bredden $= 45$ m.

$h =$ observerade vattenståndshöjden, minskad med den för tillfället verksamma krönhöjden

$g = 9.81$.

Kanalskibordets skarpa krön har en höjd af + 19.42 eller med påsatt fördämningsbräda + 19.76; dess fria bredd är 27.7 m.

$$Q = {}^2/_3\, \mu\, .\, b\, .\, h\, \sqrt{2gh},$$

hvarvid $^2/_3\ \mu = 0.42$

$b = 27.7$ m.

$h =$ det öfver skibordskrönet framrinnande vattenlagrets uppmätta tjocklek

$g = 9.81$.

Kanalens ändlucka har en fri bredd af 3.37 m., kanalens tröskel + 18.681, hvadan h (prässhöjden) = den observerade vattenståndshöjden minskad med 18.681. Det i kanalen framrinnande vattnets hastighet, v, är uppmätt medelst sänkflottörer, afpassade efter det tillfälliga vattenståndet. Medelhastigheten i kanalens midt växlade mellan 0.786 m. i sek. med $h = 0.846$ samt 1 m. i sek. med $h = 1.08$ m.

$$Q = {}^2/_3\, \mu \,.\, b \sqrt{2g}\ \left[(h + k)^{3/2} - k^{3/2}\right],$$

hvarvid $^2/_3\ \mu = 0.42$

$b = 3.37$ m.

$g = 9.81$

v = framrinnande vattnets hastighet, mätt i sm.

$k = \frac{v^2}{2g}$

h = prässhöjden (observerade vattenståndshöjden —18.681).

Läckvattnet är så obetydligt, att det lämnats ur räkningen. Ingeniör W. E. Gagner skattar detsamma till ej fullt 1 sm³. Också vid skattandet af $^2/_3\,\mu$ till 0.42 följer jag ingeniören Gagner, som konstruerat dammbyggnaderna i fråga och således måste anses mer än någon kompetent i denna värdering.

Med hjälp af ofvanstående formler uträknades den på de nämnda tre skilda vägarna framrinnande vattenmängden i sm.³ för hvarje dag af observationsåret 1903—1904. Till dessa 366 slutsummor fogades sedermera 90 nya för innevarande års tre första månader.

Detta stora antal, 456, på förut nämndt sätt bestämda afrinningsmängder lades till grund för mina beräkningar angående afrinningens förhållande till vattenståndet, uppmätt vid Johansfors under de sist förflutna sex åren af stationsinspektoren J. A. Hempel.

Vid en sammanställning af afrinnings- och vattenståndssiffrorna blef det mig snart påtagligt, att en del afrinningssiffror måste utrangeras; detta gäller hufvudsakligen lågvattensmängdernas. Vid lågvatten, då det är af vikt att tillvarataga så mycket som möjligt af vattnet, påsättas allt högre och högre fördämningar, så att intet går öfver skiborden. Under vissa dagar släppes vattnet fram endast genom turbinerna, under andra äro också dessa aflopp, liksom ändluckan, stängda, hvarvid den uppmätta afrinningen blir = 0.00, utan att vattenståndet vid Johansfors denna dag är lägre än t. ex. föregående. När så ändtligen vattnet i samlingsbassängen stigit tillräckligt, och man låter det afrinna, visar sig afrinningen direkt gå upp från 0.00 den ena dagen till exempelvis 13.75—12.40 sm.³ den andra. Denna osäkerhet gäller dock egentligen endast vattenmängdsberäkningarna vid vattenstånd närmande sig nivån för normalt lågvattenstånd, d. v. s. enligt här användt normalplan 8.20 m.

Också en annan omständighet bör här anmärkas. Vattenståndsobservationerna för perioden 1900—1906 äro tagna vid Johansfors, 4 kilom. ofvanför Oskarström och

mellan kl. 1 och 2 e. m.; mätningarna vid Oskarström äro utförda kl. $^1/_2$ 6 f. m. Vattnet behöfver med normal hastighet för vägsträckan Johansfors—Oskarström, ungefär 2 timmar. För att mätningarna vid Oskarström skulle kunna direkt jämföras med de vid Johansfors gjorda, borde de vara utförda emellan kl. 3 och 4 e. m. och ej, så som nu är fallet, kl. $^1/_2$ 6 f. m. Vid jämförelse emellan vattenstånds- och afrinningskurvorna (fig. 12) framträder stundom ganska tydligt, huru t. ex. ett maximum i vattenståndets höjd motsvaras af ett maximum i afrinningens storlek, men först för följande dag; stundom däremot motsvaras en viss dags maximum i vattenståndet af ett maximum i afrinningen för samma dag.

Af det sagda framgår, att man ej alltid kan direkt från en vattenståndssiffras storlek beräkna afrinningens; vid konstans i vattenståndets höjd under några dagar liksom under en jämn och långsam höjning eller sänkning af detta erhållas visserligen direkt användbara värden för beräkningen af afrinningens storlek; däremot äro ej de värden, som erhållas vid början eller slutet af häftiga oscillationer, användbara, ej heller de, som fås vid exceptionellt lågvattenstånd.

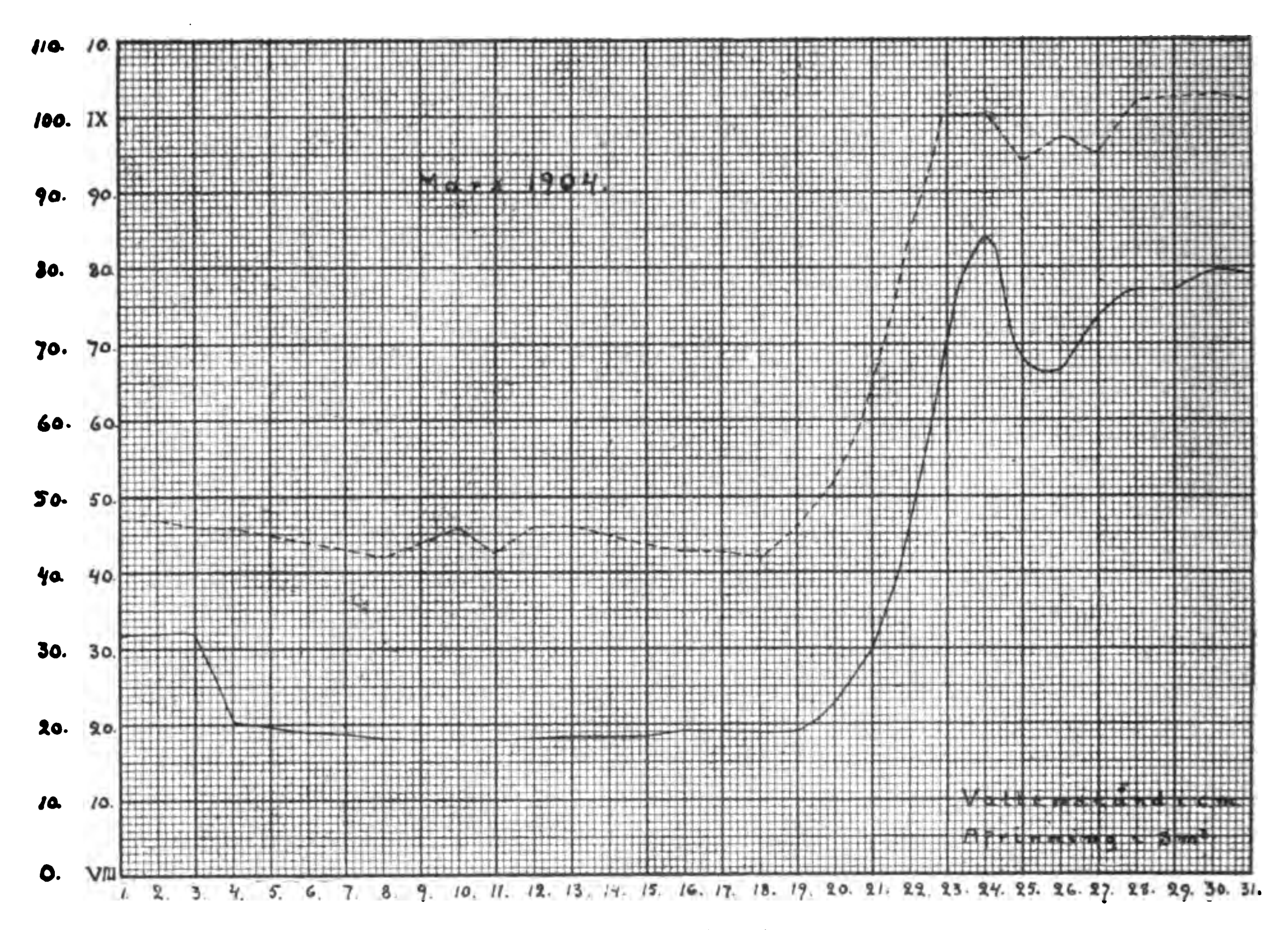


Fig. 12. Jämförelse emellan vattenståndets höjd (i cm.) vid Johansfors (- - - -) och afrinningens storlek (i sm.^{3}) vid Oskarström (———) de olika dagarna af mars månad år 1904.

För att emellertid möjliggöra en valvering af alla vattenståndshöjder inom observationsgränserna till värden för afrinningen lät jag på ett vanligt millimeterrutpapper hvarje af abscissans millimeter beteckna en afrinning på 1 sm.[3] och hvarje millimeter på ordinaterna motsvara en vattenståndshöjning på 1 cm.

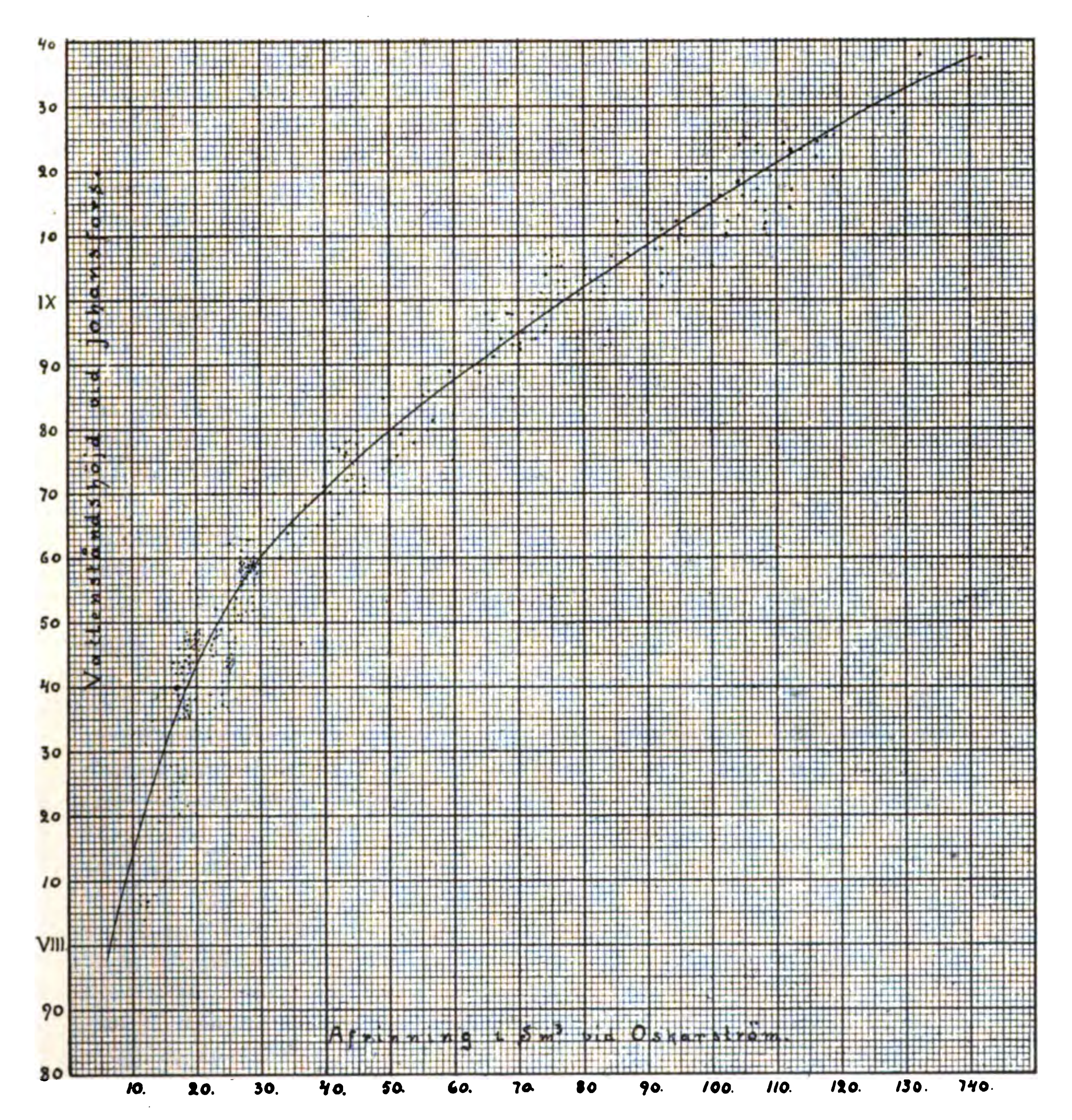


Fig. 13. Afrinningsdiagram för Nissan vid Oskarström, grundadt på relationen emellan uppmätta afrinningsmängder vid Oskarström och motsvarande dags vattenstånd vid Johansfors. Punkterna ange de olika observationernas inbördes förhållande.

Sedan hvart och ett af de observerade värdena införts på sina resp. platser, kunde kurvans läge fullt bestämdt angifvas (fig. 13).

Med hjälp af denna kurva bestämdes sedermera den afrinning i sm.^{3}, som svarade emot de vid Johansfors utförda vattenståndsmätningarna för hvarje observationsdag under åren 1899—1906. Månadsmedeltalen från dessa beräkningar sammanställas i nedanstående tabell *G*.

Det visade sig härvid, att denna min kurva mycket nära öfverensstämmer med den af K. Vattenfallskommittén upprättade.[1]) För det exceptionella lågvattenståndet, 8,00 m., anger Vattenfallskommittén en afrinning 6 sm.^{3}, min kurva likaledes 6 sm.^{3} Vattenfallskommitténs högsta vattenstånd med samtidig hastighetsmätning 8.87 m., motsvaras af en afrinning på 52 sm.^{3}, enligt min kurva motsvaras nämnda vattenstånd af en afrinning på 59 sm.^{3} Vattenfallskommittén har för sina beräkningar användt sig af hastighetsmätning af vattnet i sek. met. och noggranna tvärsektioner af ån.

Absoluta maximum för afrinningen under 1900—1906 är enligt mina beräkningar 141.16 sm.^{3}, den 6 maj 1904. Vattenfallskommittén uppskattar maximum till 150 sm.^{3}; således äfven i detta fall nära nog fullständig öfverensstämmelse.

Något absolut minimum för afrinningen kan helt naturligt med af mig använd beräkningsgrund ej uppgifvas, då vid exceptionellt lågvattenstånd intet vatten tillåtes rinna förbi Oskarström. Det säkraste minimum, jag kunnat beräkna, är 4.59 sm.^{3}, den 11 augusti 1904.

Af de sju här behandlade, fullständiga observationsåren ha fyra sitt afrinningsmaximum i april; ett maximum tillhör hvardera af månaderna januari, mars och oktober. För fyra år af sju äro minima bundna vid juli månad; de öfriga minima inträffa i augusti, september och oktober.

Tab. G.

1899	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Årssumma	Medeltal
1899										(39)	59	(61)		
1900	(61)	(52)	47	115	37	15	13*	17	27	85	79	103	651	54
1901	53	32	31	112	28	25	13	9	6*	7	27	25	368	31
1902	64	22	30	33	37	23	13*	22	26	35	27	20	352	29
1903	72	82	82	76	36	14	11*	35	76	91	40	26	641	53
1904	28	29	32	110	73	16	12	12	11*	19	33	98	473	39
1905	52	37	52	57	46	16	11*	27	56	32	29	37	452	38
1906	41	36	77	39	31	17	9	8*	8*	8*	11	20	305*	25*
1907	27	17	22											

Tabell G, angifvande i sm.^{3} Nissans afrinning vid Oskarström; siffrorna inom () = månadsmedeltal af månader, från hvilka ej fullständiga observationsserier föreligga.

---

[1]) Betänkande, afgifvet den 17 mars 1903 af Vattenfallskommittén, Bilag., Afrinningskurvor, Pl. CVII.

För att kunna mera direkt jämföra afrinningsmängden med nederbördens storlek omräknades ofvanstående sm.[3] till mm. per månad öfver hela dräneringsarean ofvanför Oskarström, 2,260 kv.-kilom.

Tab. H.

	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	S:ma
1899										(46)	68	(72)	
1900	(72)	(56)	56	131	44	17	15*	20	31	101	90	122	755
1901	63	34	37	127	33	28	15	11	6*	8	31	30	423
1902	76	24	36	38	44	26	15*	26	30	41	31	24	411
1903	85	88	97	86	43	16	13*	42	86	108	46	31	741
1904	33	32	38	125	87	18	14	14	13*	23	38	116	551
1905	62	40	62	65	55	18	13*	32	64	38	33	44	526
1906	49	39	91	44	37	19	11	9*	9*	9*	13	24	354*
1907	32[1]	18[1]	26[1]										
Medeltal	63	45	59	88	49	20	14*	22	34	47	41	56	538

Tabell H, angifvande i mm. Nissans afrinningsmängd vid Oskarström för de ofvanför Oskarström liggande delarna af dräneringsområdet, beräknadt till 2,260 kv.-kilom. Siffrorna inom parentes = medelvärden från ofullständiga observationsserier. [1] Angifver värdena från 1907, hvilka ej ansetts böra ingå i månadsmedeltalen.

6. Jordarternas genomsläpplighet.

I ett område, så jordtäckt som Nissans, infiltreras gifvetvis en stor del af nederbörden i de lösa jordlagren. De af dessa, som inom Nissans dräneringsarea intaga de mest betydande områdena, äro morän, rullstensbildningar och mosand, i ordning efter storleken af den yta de betäcka.

Moränen har det för urbergsmoränen i Sverige vanliga utseendet, bestående af fint slam (finler), mo, sand, grus och block; för öfrigt växlar dess sammansättning i mycket hög grad. I a. kan man säga dess effektiva kornstorlek (se här nedan) vara betydligt mindre än mosandens, närmande densamma till de finare sandslagen med långsam kapillärrörelse hos vattenpartiklarna och med svag och långsamt verkande imbibitionsförmåga. I andra fall är det fina detritusmaterialet bortslammadt och moränen består enbart af sand, grus och block. Att under sådana förhållanden försöka med en siffra ange medeltalet för moränens kapillaritetsgräns, hastigheten för vattenpartiklarnas kapillära rörelse o. s. v., vore ytterligt vanskligt. Så mycket vågar jag emellertid påstå, att det endast är vid de fall, då moränen är genomblöt, som någon del af nederbörden sänker sig under densammas kapillaritetsgräns.

Rullstensgruset. Ehuru naturligtvis äfven i fråga om rullstensbildningarnas utseende och sammansättning starka växlingar kunna påpekas, måste de dock i stort sedt sägas bilda en ganska enhetlig typ. Sedan en optisk analys af prof

från olika delar af områdets rullstensåsar öfvertygat mig, att dessa till utseendet ganska varierande jordarter med afseende på sin genomsläpplighet af vatten mycket nära öfverensstämma med hvarandra, lät jag verkställa en mekanisk analys af material från rullstensåsen S. om Smålandsstenar. Analysen (sållning och slamning) utfördes af doktor A. ATTERBERG å kemiska stationen i Kalmar.

Grus (20—2 mm.)	20—6 mm.	5 %	13 %
	6—2 »	8 %	
Sand (2—0.2 mm.	2—0.6 »	52 %	83 %
	0.6 —0.2 »	31 %	
Mo (0.2—0.02 mm.	0.2 —0.06 »	4 %	4 %
	0.06—0.02 »	—	

Omräknas dessa resultat efter HAZENS metod [1]), framgår följande:

genom såll med	20 mm. maskor gå	100 %
» » »	6 » » »	95 %
» » »	2 » » »	87 %
» » »	0.6 » » »	35 %
» » »	0.2 » » »	4 %
» » »	0.06 » » »	0 %

HAZEN inför för tvenne synnerligen viktiga förhållanden med afseende på kornens storlek i en jordart tvenne nya termer: *effektiv kornstorlek* och *likformighetskoefficient.* Den effektiva kornstorleken är, såsom namnet antyder, bestämmande för genomsläppligheten. Sådan denna skulle te sig, om jordarten bestode af idel likstora korn af t. ex. 0.3 mm. diameter, så ter den sig också, om jordarten sammansättes till 10 % af korn mindre än och till 90 % af korn större än 0.3 mm., detta under förutsättning att likformighetskoefficienten ej öfverstiger talet 5. För att erhålla denna koefficient få vi först bestämma storleken hos de partiklar af profvet, som äro sådana, att 60 % af detta äro mindre och 40 % af detsamma äro större än jordpartiklarna i fråga; den således på gränsen mellan 60 och 40 % liggande kornstorleken divideras med den effektiva. För rullstensgruset är den effektiva kornstorleken 0.32 mm. och likformighetskoefficienten = 3.

En effektiv kornstorlek på 0.32 mm. ger enligt SLICHTERS tabell IV [2]) en genomsläpplighet af 35 mm. i minuten, under antagande af normal porositet, 32 %, och en temperatur af 10° C., samt att vattnet kan röra sig fritt i vertikal riktning.

Genom direkta experiment, utförda dels af doktor ATTERBERG dels af mig, visade sig rullstensgrusets genomsläpplighet, beräknad för en tidslängd af en minut,

[1]) SLICHTER. The motions of underground waters, Unit. States Geol. Surv., Water supply and Irrig. Papers, N:r 67.

[2]) loc. cit., pag. 27.

gå till 37.5—39 mm.; således nära nog på siffran samma tal, som jag erhållit vid beräkning från den effektiva kornstorleken (= 0.82 mm.). Försöken utfördes på det sätt, att långa glasrör påfylldes till 0.5 meters höjd med rullstensgrus. Sedan detta väl omskakats och genomfuktats, påfylldes vatten, beräknadt för en pelare af 50 mm. ofvanför gruset; på 80 sekunder enligt ATTERBERGS, på 75 à 76 sek. enligt mina försök, sjönko dessa 50 mm. vatten ned i gruset.

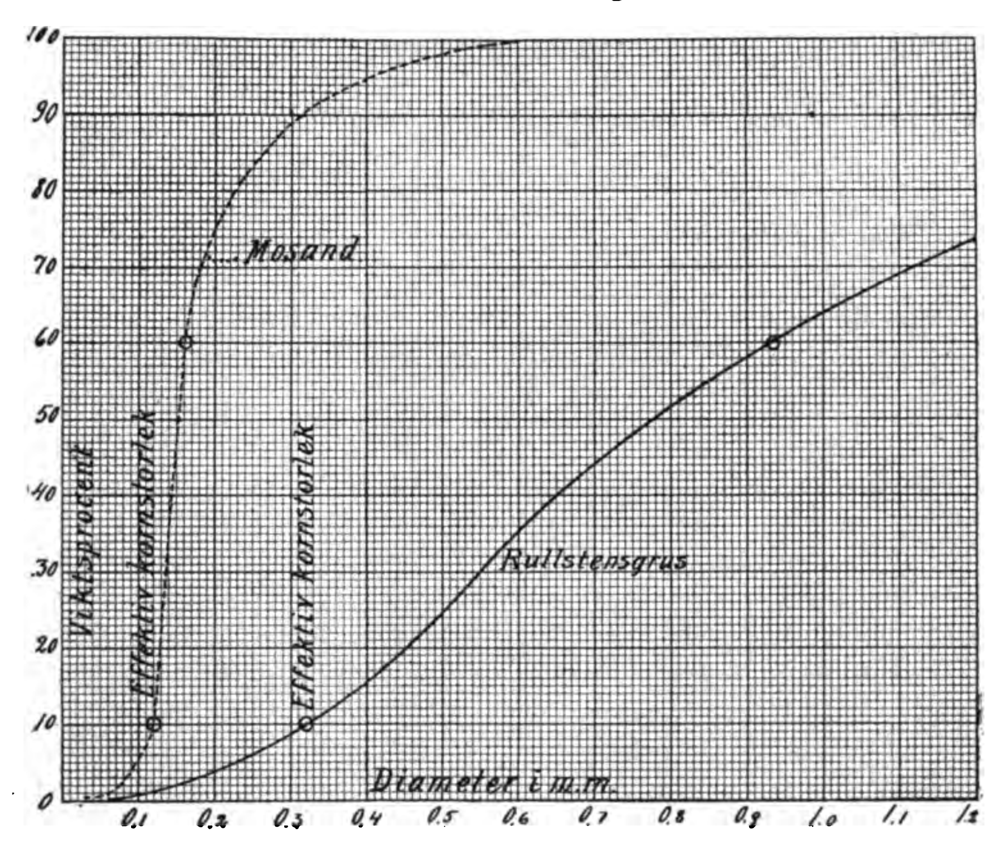


Fig. 14, angifvande kornstorleken i % af viktsmängden hos rullstensgruset och mosanden från Nissans dräneringsområde.

För att emellertid försöken skulle så nära som möjligt ansluta sig till verkligen fallande nederbördsmängder, varierades desamma så, att rullstensgruset i torrt och i fuktigt tillstånd bevattnades med vattenpelare af följande höjd:

0.7, 2.8, 10.1, 22.7 och 31 mm.

Doktor ATTERBERG, som på min begäran utförde dessa försök, lämnar om desamma följande meddelande.

1. *Torrt grus.* 0.7 och 2.8 mm. vatten fuktade endast grusets yta. 10.1 mm. vatten nedträngde så småningom ned till 100 mm. djup, men ej under denna gräns, som antagligen betecknar kapillaritetsgränsen. 22.7 mm. vatten sänkte sig under nyss nämnda gräns och hade på 40 min. hunnit ned till 280, på 80 min. till 300 mm. djup. I detta fall torde två tredjedelar, 15 mm., af vattnet hafva nedsjunkit

under kapillaritetsgränsen. Vid ännu starkare bevattning sjönk proportionsvis ännu mera vatten ned under nämnda gräns; ofvanför densamma stannar ej mera än ungefär 5—6 mm.

2. *Vått grus.* Allt det vatten, hvarmed den påförda vattenpelarens höjd öfverstiger 5—6 mm., sjunker hastigt mot djupet.

Mosanden. Denna jordart är mycket likformigt byggd, hvadan resultaten af en mekanisk analys på densamma bli säkrare och allmängiltigare än för de här ofvan behandlade morän- och rullstensbildningarna. Det af doktor ATTERBERG analyserade profvet är taget vid järnvägen, NO. om Smålandsstenar.

Sand	....	0.6 —0.2 mm.	24 %	24 %
Mo	0.2—0.02 mm.	0.2 —0.06 mm.............	75 %	76 %
		0.06—0.02 mm.	1 %	

eller omräknadt, såsom här ofvan är gjordt med rullstensgruset:

genom såll med maskor på 0.6 mm. gå 100 % af sanden
» » » » » 0.2 » » 76 % » »
» » » » » 0.06 » går 1 % » »

Enligt den på grundvalen häraf upprättade kurvan (fig. 14) är den effektiva kornstorleken = 0.11 mm.; likformighetskoefficienten = 1.5. SLICHTERS tabell för maximum af genomsläpplighet ger för 0.11 mm. effektiv kornstorlek en rörelsehastighet af 2.8 mm. pr minut. De på mosandens genomsläpplighet riktade, direkta experimenten, utförda på samma sätt som ifråga om rullstensgruset, gåfvo vid handen, att för imbibitionen af en vattenpelare på 50 mm. behöfdes 16 minuter = 3.1 mm. pr minut.

Om till grund för en jämförelse emellan rullstensgrusets och mosandens genomsläpplighet läggas de gjorda experimenten, få vi grusets genomsläpplighet 12 gånger större än mosandens. De efter HAZEN's och SLICHTER's metoder utförda beräkningarna ange rullstensgrusets genomsläpplighet 12 ½ gånger större än mosandens; resultaten äro, som vi finna, nära nog fullständigt identiska.

Vid vattningsförsöken med samma vattenmängder, som användes för bevattning af rullstensgruset, framkommo följande resultat:

1. *Torr sand.* Såväl 0.7 som 2.8 mm. vatten stannade i sandlagrets ytpartier, 10.1 mm. vatten nedsjönko ungefär 30 mm., 22.7 mm. vatten ungefär 70 mm. och 31 mm. vatten c:a 110 mm. Eftersom kapillaritetsgränsen vid mosandens kornstorlek kan beräknas ligga på ungefär 350 mm. djup, finna vi, att icke ens en vattenpelare på 31 mm. hinner mer än ⅓ af detta djup. Under antagande af, att den genom experimenten angifna proportionen bibehålles emellan den påfyllda vattenpelarens höjd och det djup, densamma uppnår, skulle en samlad vattenpelare på c:a 65 mm. erfordras, för att vattnet skulle kunna sänka sig ned till kapillaritetsgränsen för denna mosand i torrt tillstånd.

2. *Fuktig sand.* De pågjutna vattenkvantiteterna sänka sig något under de här ofvan för torr sand angifna gränserna. Är sanden genomblöt, sjunker en större del af det påförda vattnet ned under kapillaritetsgränsen.

Under det således moränen och mosanden, endast om de äro genomblöta, släppa något af en normal nederbördsmängd ned under kapillaritetsgränsen, är det för rullstensgrusets vidkommande regel, att endast svagare regn, eller, vid torka, regn intill 10 mm. stanna inom kapillaritetszonen; det mesta af den på rullstensbildningarna fallande nederbörden, och under våta perioder så godt som hela denna, sjunker raskt ned under kapillaritetsgränsen och är således under normala förhållanden skyddadt för uppsugning mot jordytan i följd af ytafdunstningen.

7. Afrinningen i förhållande till nederbörden.

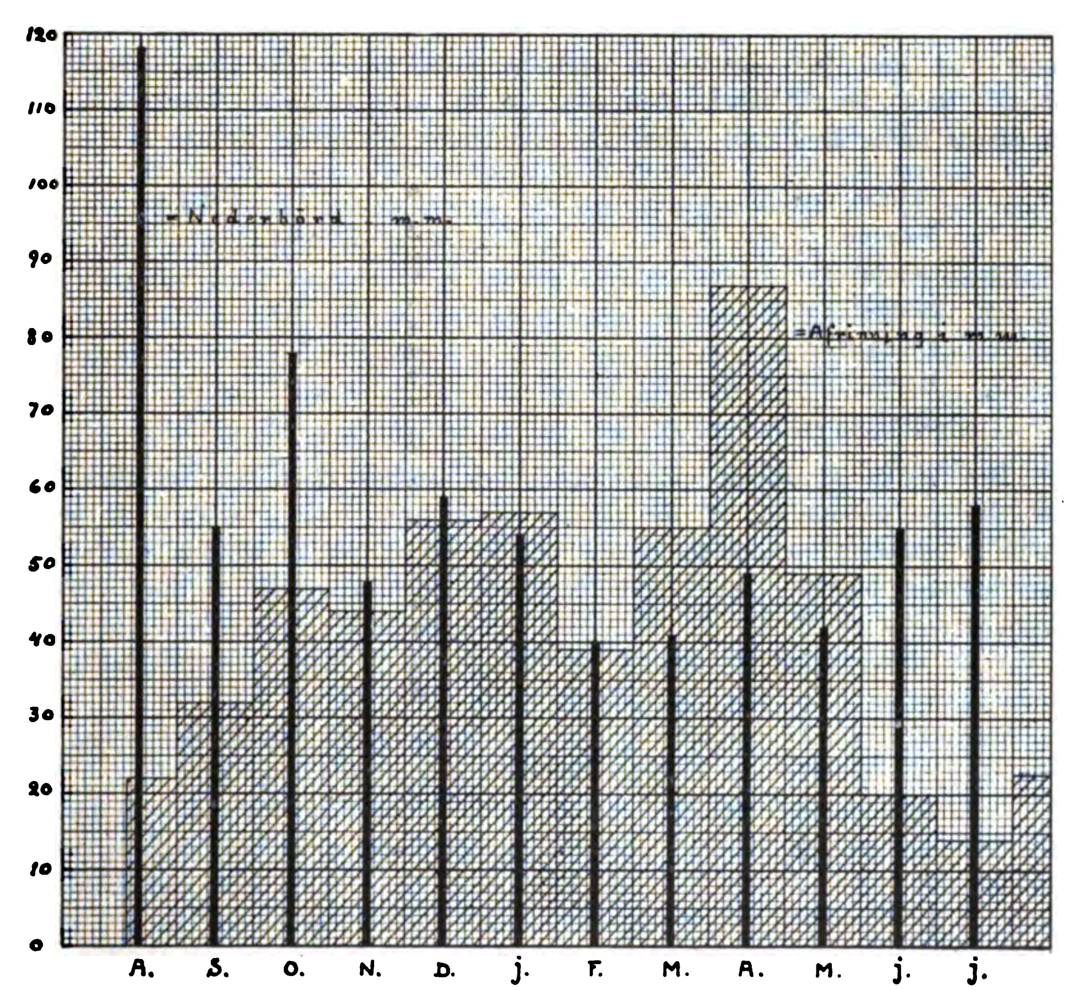


Fig. 15, angifvande förhållandet emellan nederbörden i mm. och afrinningen i mm. öfver hela den ofvanför Oskarström liggande delen af dräneringsarean, 2,260 kv.-kilom., beräknadt efter månadsmedeltalen för perioden 1900—1906.

Sedan afrinningsvärdena för de olika månaderna af åren 1900—1906 och ur dessa månadsmedeltalen blifvit beräknade, återstod att jämföra dessa värden med motsvarande för nederbörden. Förhållandet mellan dessa värden ställer sig, såsom fig. 15 visar, mycket växlande. Under juni, juli, augusti, september och oktober är nederbörden mycket starkare än afrinningen, särskildt gäller detta för augusti. Under mars, april och maj äger det motsatta förhållandet rum, i det dessa månaders afrinning är betydligt starkare än nederbörden; största skillnaden inträder i april. Under årets öfriga månader, november, december, januari och februari äro nederbörd och afrinning ungefär lika starka, eller afrinningen starkare än nederbörden.

Detta, att afrinningen för en månad kan vara starkare än samma månads nederbörd, förutsätter gifvetvis en föregående magasinering, och man kommer därvid ovillkorligen att i första hand tänka på nederbörden under form af snö. Redan i oktober faller något snö; snödagarnas antal växer genom november och når sitt maximum i december och januari för att sedan aftaga, först sakta, sedan raskare. Under maj, juni, juli, augusti och september fanns under åren 1901—1906 ingen snödag. Nedanstående tabell visar snödagarnas antal såsom medeltal för vintermånaderna under åren 1901—1906; observationerna gjorda vid Kinnared.

Oktober	0.6	snödagar.
November	3.4	»
December	6.0	»
Januari	6.4	»
Februari	5.2	»
Mars	5.2	»
April	3.4	»

Den starka afrinningen under mars och särskildt april beror säkerligen till stor del på afsmältning af de kanske delvis ännu från föregående år stammande snömassorna. Snötäcket brukar vara bortsmält från de lägre delarna af åns dräneringsarea omkring den 1 april, från de högre omkring den 15 april. Häraf framgår å andra sidan, att det hydrologiska året ej kan anses sammanfalla med kalenderåret, då ju en del af de under t. ex. 1906 på våren afrinnande vattenmassorna härstammar från 1905 års snönederbörd.

Härmed förklaras emellertid ej alla egendomligheter i förhållandet mellan nederbördens och afrinningens storlek, sådant detta framgår af fig. 15.

Från april månads maximum sänker sig afrinningsmängden under maj, hastigt närmande sig den industriella lågvattensmängden, detta ehuru maj månads nederbörd är fullt så stark som t. ex. mars månads. Under juni tilltar nederbörden i massa, den afrinnande vattenmängden blir allt mindre; denna når sitt minimum under juli, ehuru nämnda månads nederbörd i medeltal är större än maj månads.

För maj	afrinningen	: nederbörden	=	116 : 100.
» juni	»	»	=	36 : 100.
» juli	»	»	=	24 : 100.

Således i stort sedt gäller för perioden maj, juni och juli: nederbördsmängden stiger, den är minst i maj och störst i juli, afrinnande vattnets mängd faller, den är störst i maj, minst i juli. De härvid verksamma faktorerna äro stark afdunstning och absorption.

I följd af växternas vattenabsorption och allmän afdunstning från dräneringsareans hela yta måste vatten så godt som ständigt pumpas upp från den ej mättade, ytliga grundvattenszonen, eller, om vi så vilja, kapillaritetszonen. Vattnets rörelse inom denna zon går åt två håll. Under starka nederbördsdagar, då växterna och afdunstningen ej hinna tömma förråden lika fort, som nya tillföras, sker vattnets rörelse nedåt, mot den djupare liggande zonen. Vid torka däremot, då ytafdunstningen är stark, och då växterna måste söka fylla sitt behof af vatten från redan i jorden befintlig fuktighet, lider den öfre grundvattenszonen stora förluster; dessa täckas, så vidt möjligt är, genom en uppsugning från djupare delar af grundvattensmassan. Härvid tydligtvis en vattenrörelse nedifrån uppåt, möjliggjord genom kapillärkraften.

Ehuru således under maj, juni och juli regnen ingalunda äro obetydliga, blir deras effekt på afrinningens storlek ej betydande, i det de åtgå till ersättande af genom afdunstning och absorption lidna förluster i grundvattenszonen. Någon uppsamling äger ej rum under dessa månader; tvärtom, de förut möjligen förefintliga förråden uttömmas, så långt ske kan.

Augusti månad har för den här afhandlade perioden att uppvisa nederbördsmaxima (sid. 18) under flera år; också månadsmedeltalen för hela perioden visa för augusti ett starkt markeradt maximum, och likväl är den under augusti afrinnande vattenmassan obetydlig, knappast större än under juni, hvars nederbördshöjd ej når till hälften af augusti månads (fig. 15). Nederbörden: afrinningen = 5 : 1. Den större förlusten, skillnaden emellan nederbörd och afrinning, för augusti kan ej tänkas bero på starkare afdunstning från jordytan eller lifligare transpiration och därmed sammanhängande absorption från växternas sida. Augusti månads nederbörd åtgår säkerligen till största delen till fyllande af de under maj, juni och juli starkt i anspråk tagna grundvattensreservoarerna, med andra ord till återställande af det under närmast föregående månader starkt rubbade jämviktsförhållandet inom de i jordlagren framrinnande vattenmassorna.

Denna period för påfyllnad omfattar utom augusti också september och oktober. Under dessa sistnämnda månader är nederbörden ännu 1.7 gånger större än afrinningen; d. v. s. ungefär endast 59 % af nederbörden afrinna direkt genom ån, under det 41 % ta andra vägar. Någon ringa del af nederbörden under dessa månader faller gifvetvis som snö, men oktobersnön i dessa trakter uppmagasineras ej utan smälter nära nog genast och kan således ej anses såsom besparing för följande period eller förlust för den med afseende på oktoberafrinningen effektiva oktobernederbörden. Huru stor afdunstningen är under dessa månader, kan f. n. ej bestämmas; den kan naturligtvis i alla fall betecknas såsom relativt liten, liksom växternas vattenuppsugning vid denna årstid är obetydlig, äfven om en nybildning af rotorgan pågår ända fram

till den egentliga vinterns början. Det mesta af det i afrinningen ej ingående nederbördsvattnet upptages säkerligen af de lösa jordlagrens porositeter för att vid starkare regn sänka sig under kapillaritetsgränsen och, således undandragande sig afdunstningen, bidraga till ökningen af den ofvanpå något, praktiskt taget, vattentätt skikt framrinnande grundvattenströmmen.

Med november inträder ett omslag i nederbördens och afrinningens förhållande till hvarandra, i det denna månads afrinningsmängd belöper sig ända till 92 % af nederbörden. Under december blir öfverensstämmelsen emellan nederbörd och afrinning ännu större; den senare utgör 97 % af den förra. Under januari är den bortrinnande vattenmassan större än nederbörden; afrinningen : nederbörden = 107 : 100. Afrinningen för februari är i det närmaste lika stor som den under månaden fallande nederbörden, under det däremot för mars månad afrinningen : nederbörden = 134 ; 100. Under april når afrinningen sitt maximum; afrinningen: nederbörden = 180 : 100. Den utomordentligt starka afrinningen mot slutet af denna period, särskildt under april, beror i väsentlig grad, såsom förut anförts, på en afsmältning af den under föregående månader magasinerade snön. Låt vara, att vi också i snömältningen ha en af orsakerna till den starka afrinningen under mars. Men huru förklara, att under november, december och februari afrinningen är så godt som lika stor med nederbörden, eller att den under januari är något större än nederbörden och detta, ehuru den nederbörd som faller i form af snö, ej kan direkt afrinna?

För Dalelfvens vidkommande[1]) inträder visserligen under april och maj en afrinning, som är starkare än nederbörden, och som får sin förklaring i snösmältningen; de egentliga vintermånadernas afrinning är däremot genomgående mindre än samma månaders nederbörd.

Nissan framflyter i en bädd af rullstens-, morän- och mosandmaterial på en berggrund af gneisgranit. Genomsläppligheten och uppsugningsförmågan hos rullstensgruset kan för alla fall betecknas såsom mycket stor (se sid. 35—38). När så under augusti, september och oktober de förut uttömda förråden i de ytligare lagren återställts, kapillaritetszonens porer blifvit fyllda med vatten och ytafdunstningen är obetydlig, stiger genomsläppningsförmågan också för de finkorniga jordarterna, moränen och mosanden (sid. 39). Grundvattenströmmen påfylles allt högre samt rör sig nedåt och mot floden, efter hand förenande sig med dennas vattenmassor, åstadkommande, att vintermånadernas afrinning blir lika stor som eller större än samma månads nederbörd, helst som, då marken är frusen, en ojämförligt större procent af nederbörden kan direkt afrinna än under andra förhållanden.

Det hydrologiska året för Nissan delar sig sålunda helt naturligt i tre perioder:

1. *Uppsamlingsperioden*, utmärkt genom stark nederbörd, af hvilken dock i medeltal endast 43 % direkt afrinna; omfattar augusti, september och oktober.

2. *Afrinningsperioden*, utmärkt därigenom, att afrinningen är starkare än nederbörden; den förra förhåller sig till den senare som 1.27 : 1; tillskottet härstammar från grundvattenströmmar, som anrikats under föregående period; omfattar november, december, januari, februari, mars och april.

[1]) A. Wallén. Régime hydrol. du Dalelf, Bull. Geol. Inst. Upsala, N:r 1, Vol. 8, sid. 58.

3. *Afdunstningsperioden*, utmärkt därigenom, att afrinningen är obetydlig, utgörande endast 54 % af nederbörden; förlusten beror på stark afdunstning och växternas absorption; omfattar maj, juni och juli.

Denna tredelning af det hydrologiska året är fullt naturlig, framgången som den är af rent naturliga orsaker; däremot skulle jag önskat, att gränserna emellan årets tre perioder kunde lagts något annorlunda. Gränsen emellan uppsamlings- och afrinningsperioden växlar naturligtvis under skilda år; den ligger dock oftast ungefär vid midten af november. Likaså kunde nog första hälften af maj räknas till afrinningsperioden och andra hälften till afdunstningsperioden. Som skillnaden emellertid ej blir af någon betydande art, och eftersom det faller sig obekvämt att så dela en månad i två skilda hälfter, har jag stannat vid de här ofvan angifna gränserna för de olika perioderna.

En naturlig konsekvens af det anförda blir också att låta det hydrologiska året börja med augusti månad och sluta med juli. Under juli samlas intet öfverskott af vatten, som skulle afrinna först följande hydrologiska år; i följd af stark afdunstning, direkt eller genom växterna, tages det förut samlade i anspråk; med det nya året ny räkning.

Tab. I.

	1900—1901			1901—1902			1902—1903			1903—1904		
	Nederbörd	Afrinning	Förlust eller vinst	Nederbörd	Afrinning	Förlust eller vinst	Nederbörd	Afrinning	Förlust eller vinst	Nederbörd	Afrinning	Förlust eller vinst
Uppsamlingsperioden.	338	152	— 186	141	25	— 116	230	97	— 133	359	236	— 123
Afrinningsperioden.	332	473	+ 141	239	235	— 4	304	411	+ 107	251	305	+ 54
Afdunstningsperioden.	132	76	— 56	196	85	- 111	154	72	— 82	146	119	— 27
S:ma	802	701	— 101	*576	*345	— 231	688	580	— 108	756	660	— 96

	1904—1905			1905—1906			Medeltal för 1900—1906			Afrinning i % af årsafrinningen	Afrinning: nederbörden	Nederbörd i % af årsnederbörden
	Nederbörd	Afrinning	Förlust eller vinst	Nederbörd	Afrinning	Förlust eller vinst	Nederbörd	Afrinning	Förlust eller vinst			
Uppsamlingsperioden.	241	50	— 191	297	134	— 163	268	116	— 152	21 %	43 : 100	38
Afrinningsperioden.	330	383	+ 53	205	300	+ 95	277	351	+ 74	64 %	127 : 100	40
Afdunstningsperioden.	155	86	— 69	150	67	— 83	155	84	— 71	15 %	54 : 100	22
S:ma	726	519	— 207	652	501	— 151	700	551	— 149	100	78 : 100	100

I ofvanstående tabell äro värdena för nederbörden och afrinningen i mm. under de tre hydrologiska årsperioderna ställda sida vid sida jämte skillnaden emellan båda. För uppsamlings- och afdunstningsperioderna är nederbörden större än afrinningen; för afrinningsperioderna är tvärtom afrinningen starkare än nederbörden utom för året 1901—02, då afrinningen var något mindre än nederbörden.

Maximum för nederbörden, 802 mm., träffas under 1900—01, minimum, 576 mm., följande år, 1901—02; detta nederbördsmaximum åtföljes af ett maximum för afrinningen, 701 mm., liksom nederbördsminimum åtföljes af minimum för afrinningen, 341 mm. För att grafiskt åskådliggöra förhållandet mellan nederbörden och afrinningen konstruerades närstående figur 16, inom hvars första afdelning åren äro ordnade i kronologisk följd, medan de däremot i den andra afdelningen äro ordnade efter aftagande nederbördsmängder.

Fig. 16.

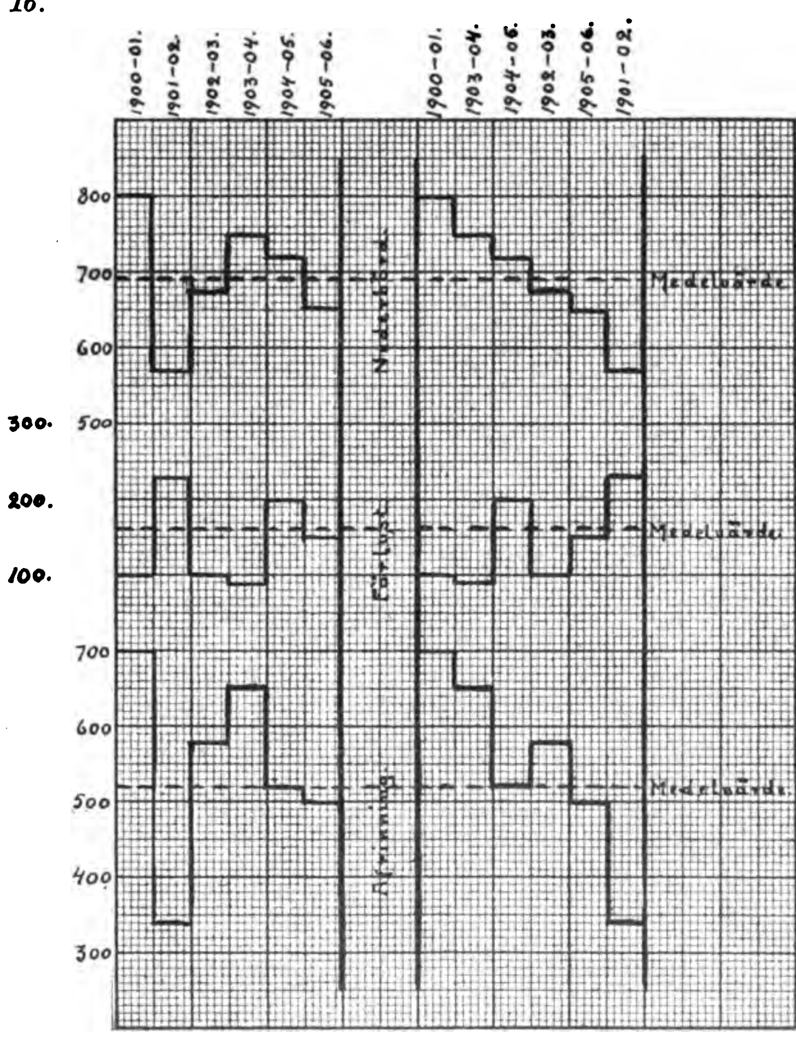


Fig. 16, angifvande Nissaområdets nederbörd, afrinning och vattenförlust för vattenåren 1900—06, allt i mm. och beräknadt för dräneringsarean ofvanför Oskarström, 2,260 kv. kilom.

I allmänhet taget stiger afrinningskurvan med stigande nederbördskurva och sjunker med fallande; men, såsom också framgår af figur 16, särskildt där årsvärdena äro ordnade efter minskning i nederbörden, synes afrinningens förminskning vara relativt större än den denna betingande minskningen i nederbörden, eller, som är detsamma, förlustsiffran blir större för regnfattiga än för regnrika år (jmfr sidd. 50—52, här nedan).

Tab. K.

	Nederbörd	Afrinning	Afrinning i % af nederbörden	Förlust i % af nederbörden
1900—01	802 mm.	701 mm.	87	13
1903—04	756 mm.	660 mm.	87	13
1904—05	726 mm.	519 mm.	72	28
1902—03	688 mm.	580 mm.	84	16
1905—06	652 mm.	501 mm.	77	23
1901—02	576 mm.	345 mm.	60	40

Tabell K, utvisande afrinnings- och förlustprocenten af nederbörden under vattenåren 1900—1906 för Nissans dräneringsarea ofvanför Oskarström, 2.260 kv.-kilom.

Såsom synes äfven af tabell *K*, besannar sig således för Nissans vidkommande den sedan gammalt kända regeln, att afrinningen är relativt starkare under de regnrikare än under de regnfattigare åren[1]; men af tabellen, liksom af fig. 16, synes också, att år 1904—05 afviker från denna regel.

Efter värdena i tabell *I* har jag konstruerat diagrammen i figg. 17, 18 och 19, där de olika årens nederbördsmängd i mm. är tagen såsom abscissa och afrinningen i mm. öfver hela dräneringsarean ofvanför Oskarström såsom ordinater. Figg. 17 och 18 återge förhållandet mellan nederbörd och afrinning under uppsamlings- resp. afrinningsperioderna, fig. 19 samma förhållande för hela vattenåret. För afdunstningsperioderna komma de ur förhållandet emellan nederbörd och afrinning bestämda punkterna på rutnätet att ligga hvarandra så nära, att de ej tillräckligt tydligt markera läget för afrinningskurvan.

Jämföra vi kurvorna för uppsamlings- och afrinningsperioderna, finna vi dem emellan en påtaglig skillnad. Under uppsamlingsperioden stiger afrinningen i förhållande till ökningen af nederbörden mycket långsammare än under afrinningsperioden; så t. ex. afrinner under den förstnämnda vid 200 mm. nederbörd endast 50 mm., d. v. s. icke ens 1/4 af den under afrinningsperioden vid samma nederbördshöjd afrinnande vattenmassan.

Af tabellen *I*, sid. 43, framgår, att Nissans »afrinningskoefficient», d. v. s. afrinningen i % af nederbörden, är 78 för den här behandlade tiden, 1900—1906. Med afseende på värdet och användbarheten i klassificeringssyfte af denna »afrinningskoefficient» ställer jag mig emellertid mycket tveksam och skulle gärna ingå på RAFTERS förslag att alldeles slopa detta uttryck, som dock hittills nästan

[1]) Jmfr APPELBERG. Bidr. till känned. om den i Sveriges vattendrag framrinnande vattenmängden, Ingeniörsfören. Förh., Årg. 21, sid. 125.

WALLÉN. Rég. hydrol. du Dalelf, Bull. Geol. Inst. Upsala, N:r 1, Vol. 8, sid. 49.

Fig. 17.

Fig. 18.

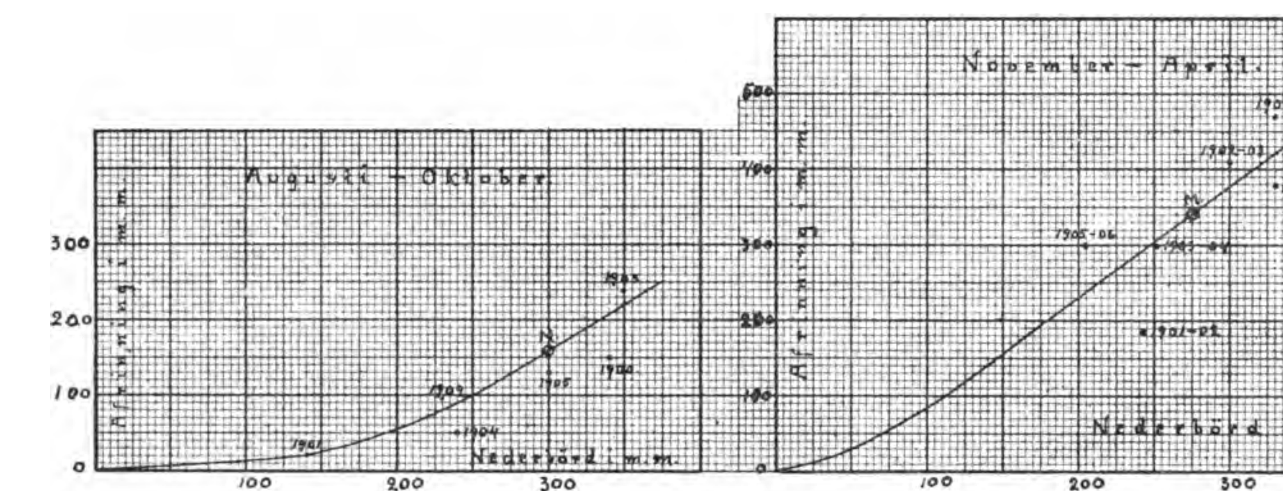


Fig. 17. Diagram, angifvande förhållandet emellan nederbörd och afrinning inom Nissans dräneringsområde under uppsamlingsperioden, augusti, september och oktober månader. M = medelvärden.

Fig. 18. Diagram, angifvande förhållandet emellan nederbörd och afrinning inom Nissans dräneringsområde under afrinningsperioden, november, december, januari, februari, mars och april månader. M härledt ur 1900—1906 års medelvärden.

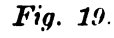


Fig. 19.

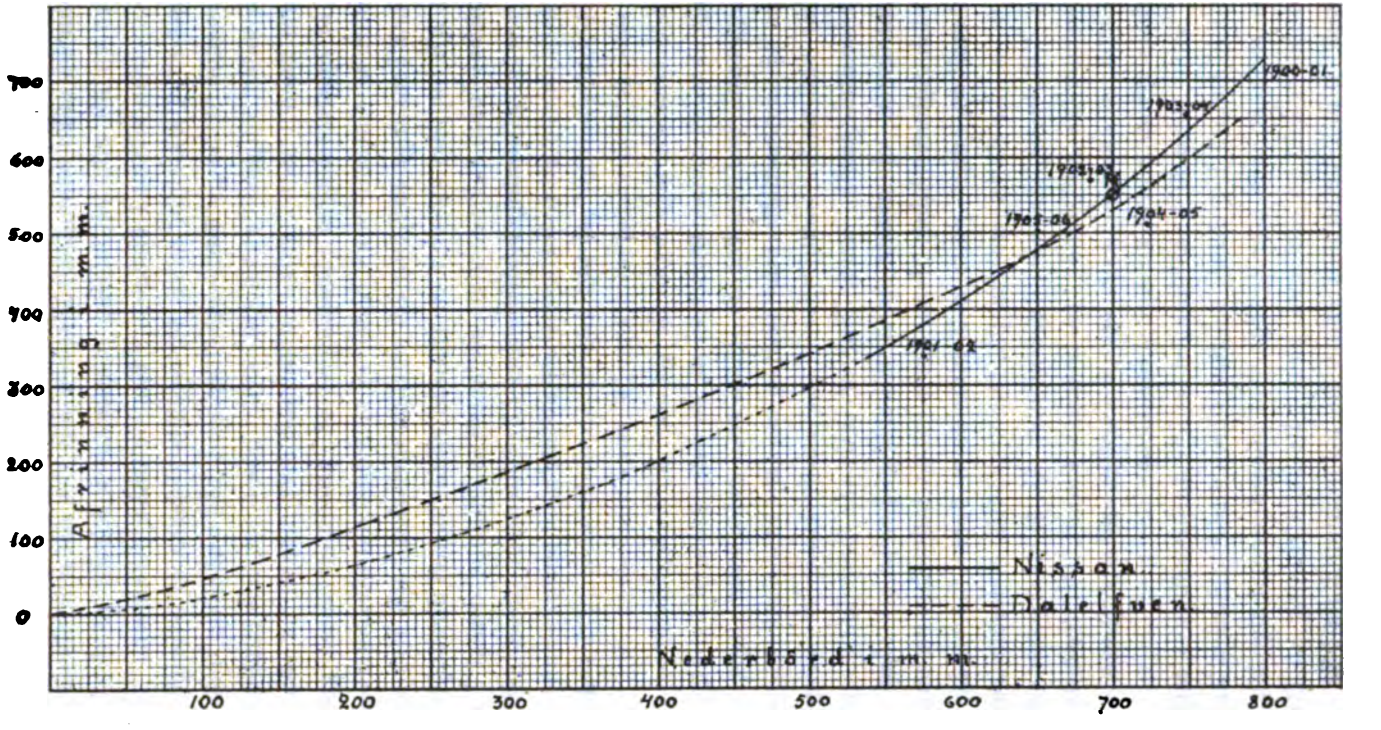


Fig. 19. Afrinningsdiagram för Nissan, konstrueradt på grundvalen af förhållandet emellan nederbörd och afrinning under de olika vattenåren af perioden 1900–1906. M = medelvärdet för hela perioden. För jämförelse är medtagen också Dalelfvens afrinningskurva (efter Wallén).

ansetts som slutmålet för en hydrografisk undersökning, som det slutliga uttrycket i ett ord för de ur en hydrografisk undersökning framgångna resultaten. I dess ställe skulle jag vilja för hvarje dräneringsområde sätta flera sådana afrinningskoefficienter, en för hvarje af vattenårets olika perioder. Beträffande Sverige med dess i norr och söder så olika klimatförhållanden blir det naturligtvis så godt som omöjligt att genomföra en för alla vattendrag gemensam indelning af det hydrografiska året, åtminstone om man därmed afsåge att låta de olika perioderna börja och sluta med samma månader. Under det t. ex. för sydliga delarna af Sverige maj månad, bl. a. genom den redan då lifliga ämnesomsättningen hos växterna, måste räknas till afdunstningsperioden, ligger snötäcket kvar inom de norrländska elfvarnas källområden ännu fram i sista hälften af samma maj månad. I stort sedt torde emellertid den af mig föreslagna indelningen af vattenåret kunna genomföras, och då det vid jämförelse emellan olika floder ej är fråga om absoluta tal utan endast om relativa, sådana som ange förhållandet emellan nederbörd och afrinning, är det kanske ej för djärft att hoppas, att vi i en framtid skola kunna direkt jämföra våra floders afrinning, period med period, utan att behöfva tillgripa denna i många afseenden missvisande utväg, afrinningskoefficienten för vattenåret såsom ett helt.

Mera upplysande är naturligtvis ett afrinningsdiagram, konstrueradt i ett rutnät med rätvinkliga rutor på sätt här ofvan skildrades. Ett sådant afrinningsdiagram för Nissan är reproduceradt i fig. 19, strax här ofvan.

Angående kurvans läge inom de gränser, här behandlade vattenårs nederbördsmängder ange, kan ej råda någon tvekan, då den, såsom af fig. 19 synes, kan dragas, med afrinningskoefficienterna för de skilda åren ordnade tämligen symmetriskt. Att dessa punkter ej sammanfalla med själfva kurvan, beror säkerligen på observationsfel, och enär vattenståndsmätningarna i a. måste anses kunna ge säkrare resultat än nederbördsmätningarna, antar jag afvikelserna bero därpå, att metoderna för nederbördsmätningen ej arbeta med tillräcklig precision. Jag behöfver ej här ingå på en detaljbeskrifning öfver, huru lokala inflytelser, såsom t. ex. mätarens höjd öfver marken, dess plats i lä eller mera öppet för vindar, dess närhet till höga träd o. s. v., starkt inverka på den uppmätta nederbördsmängdens storlek; jag hänvisar till de upplysande observationer, H. E. Hamberg meddelar i sitt arbete öfver Skogarnas inflytande på Sveriges klimat, IV, Nederbörden [1]), och kan också med stöd af dessa påstå, att de vanliga nederbördsmätningarna knappast kunna betraktas såsom annat än approximationer.

Såsom redan förut (sid. 43) anmärkts, blir förlustsiffran i följd af afdunstning, i detta ords allmännare betydelse, relativt större för regnfattiga år än för regnrika. Detta samma framgår med stor tydlighet af diagrammet i fig. 19, som visar, huru t. ex. ett nederbördsår på 400 mm. skulle ha en afrinning på 200, under det ett år med dubbelt så stor nederbörd skulle ha en afrinning på 730 mm.

---

[1]) Bidr. Sveriges offic. Statistik, Bih. Domänstyr. Berätt. rörande Skogsväs. för 1895.

8. Jämförelse mellan Nissans och Dalelfvens afrinningskurvor.

Såsom af fig. 19, sid. 47, framgår, låter Nissan under regnfattiga år en mindre procent af nederbörden afrinna, än hvad fallet är med Dalelfven. Under år, hvilkas nederbördsmängd öfverskrider 650 mm., blir förhållandet omvändt, i det Nissans afrinning då blir mycket starkare i förhållande till nederbörden än Dalelfvens; eller, med andra ord, i fråga om Nissan verkar den vattenförlusten (= skillnaden emellan nederbörd och afrinning) betingande hufvudfaktorn med relativt mindre effekt under de nederbördsrika än under de på nederbörd fattigare åren; i fråga om Dalelfven gör sig denna skillnad i effektiviteten af förlustfaktorns verksamhet mindre märkbart gällande.

Vattenförlusten orsakas hufvudsakligen af afdunstningen. På dennas storlek inverka dels en massa faktorer, som vi känna och kunna kontrollera (lufttrycket, luftens temperatur jämförd med den afdunstande ytans,[1]) luftens fuktighetsgrad, vindstyrkan m. fl.), dels andra mindre noggrannt kända och svårare att bestämma. Det är exempelvis sant, att afdunstningen under för öfrigt samma omständigheter kan vara lika stark från en land- som från en vattenyta, men regeln gäller ej, om det blott blåser så pass starkt, att vattenytan krusas; härvid ökas nämligen afdunstningen från densamma. F. n., då vi i Sverige så godt som alldeles sakna de för en beräkning af afdunstningen nödiga observationerna från de olika flodområdenas dräneringsytor, måste jag anse alla öfverslag öfver afdunstningens storlek inom våra svenska flodbäcken af ringa vetenskapligt värde; sådana beräkningar kunde t. o. m. verka vilseledande.

Afdunstningens absoluta storlek inom Nissans och Dalelfvens områden må f. n. lämnas obestämd; i alla fall kan ensamt fastställandet af de båda områdenas möjligen olika starka afdunstning ej förklara, hvarför Nissans afrinning under regnrika år är starkare, under regnfattiga däremot svagare än Dalelfvens (i båda fallen afrinningen räknad i förhållande till nederbördsmängden).

Också skogarna och särskildt de alltid gröna barrträden synas utöfva ett tydligt inflytande på afrinningens relativa storlek, i det af två dräneringsområden, som för öfrigt äro hvarandra lika, det, som är rikare på sammanhängande, utbredda barrskogar, lämnar större afrinning än det på sådana skogar fattigare.

Enligt Appelberg[2]) utgöres Nissans område till 77.1 % af skogsmarker och impediment, Dalelfvens till 87.2 %. Äfven bortsedt därifrån, att de till Dalelfvens område hörande skogarna äro mera enbart barrskogar samt mera täta och utbredda

[1]) Eftersom såväl genom jämförelse af diagram öfver vattenförlusten och öfver medeltemperaturen, som vid uppställande af afdunstningsformler det visat sig, att intet påvisbart samband äger rum emellan afdunstningen och årsmedeltalet för luftens temperatur, har jag i föreliggande arbete ej velat införa den observerade lufttemperaturen vare sig i tabeller eller i diagram.

[2]) Bidr. till kännedomen om den i Sveriges vattendrag framrinn. vattenmängd., Ingeniörs fören. Förh., Årg. 21, sidd. 126 och 127.

sådana än Nissaområdets, skulle således, redan på grund af skogsområdets relativt större areal inom Dalelfvens dräneringsarea, sistnämnda flods afrinning vara relativt starkare än Nissans. Jag vill naturligtvis ej påstå, att detta skulle vara orsaken eller enda orsaken därtill, att Dalelfven under på nederbörd fattigare år verkligen visar en relativt starkare afrinning än Nissan vid samma nederbördsmängd. Säkert är, att därmed ha vi ej fått någon förklaring öfver, hvarför Dalelfven ej också under regnrikare år lämnar relativt starkare afrinning än Nissan.

Af den nederbörd, som faller på ett område, är det säkerligen en mycket mindre del, som afrinner direkt och oförminskad, än man vanligtvis föreställer sig. Det fallande regnet har en stark tendens att, äfven sedan det träffat jordytan, fortsätta i förut innehafd riktning d. v. s. nedåt, och i a. kan man påstå, att nederbörden endast under det villkor afrinner på ytan ned mot den dränerande sänkan, att dess mängd öfverstiger mängden af de vattenkvantiteter, som jordarten i fråga för tillfället kan uppsuga.

Genomsläppligheten hos olika jordarter växlar, såsom redan (sidd. 35—39) framhållits, betydligt; för rullstensgruset är den 12 gånger större än för mosanden och ännu större än för moränen, allt naturligtvis beräknadt för samma tidsenhet. Genomsläppligheten beror i första hand på jordartens effektiva kornstorlek eller, rättare, på den af olika kornstorlek beroende olika storleken af porerna emellan kornen. Ju större sandkorn, desto större porer; desto lättare släppas vattenmassorna fram. För öfrigt beror den mindre betydande genomsläppligheten hos finkornigare jordarter också af en annan omständighet, den nämligen, att, sedan hos sådana jordarter porernas vatteninnehåll bortförts genom afdunstning, dessa fyllas med luft, som i hög grad försvårar, om ej alldeles omöjliggör nederbördsvattnets omedelbara upptagande i jordarten.

För grof, strid sand och grus har det påpekade förhållandet intet att betyda, enär porerna här äro så stora, att vattnet utan svårighet kan undanskjuta luften i desamma och därigenom bereda sig fri genomgång. Den här ofvan anförda siffran 12, såsom angifvande förhållandet mellan rullstensgrusets och mosandens genomsläpplighet, hänför sig till genomfuktade jordarter. Efter en period af torka måste således, såsom framgår af det sagda, grusets genomsläpplighet vara mer än 12 gånger större än mosandens.

Således, om marken ej är frusen, den nederbörd, som faller på rullstensgruset sänker sig direkt ned i detta; ingen del af densamma afrinner på jordytan. Med afseende på den nederbörd, som faller på mosanden och moränen, äro två möjligheter gifna: är sanden eller moränen fuktig, sjunker nederbörden relativt hastigt ned i jordarten, äro de nämnda jordarterna torra, stannar det mesta af regnet på ytan och kan direkt afrinna till dräneringsfåran.

Det i jordarten infiltrerade vattnet sänker sig nedåt och söker nå de vattensamlingar eller -strömmar, som vi med ett gemensamt namn kalla grundvattenströmmar, för att med dessa söka sig fram till ett fritt aflopp, i detta fall till Nissans flodfåra, och där förena sig med det redan på jordytan framrinnande flod-

vattnet. Härvid förhålla sig mosanden och moränen å ena samt rullstensgruset å den andra sidan mycket olika men ej blott sins emellan utan också hvart och ett af de nämnda jordslagen för sig under olika förhållanden, såsom framgår af de sidd. 37—39, här ofvan, skildrade experimenten.

De under en torr sommar på r u l l s t e n s b i l d n i n g e n fallande regnen måste, för att någon del af desamma skall hinna under rullstensgrusets kapillaritetsgräns, vara relativt starka. Ännu regn på 10 mm. höjd stanna i rullstensgrusets kapillaritetszon och kunna således till sin hela massa med lätthet uppumpas genom ytafdunstningen och bortföras med denna. Är däremot gruset ännu fuktigt efter ett föregående regn, förmår t. o. m. hälften af ett regn på ungefär 12 mm. sänka sig under kapillaritetsgränsen, under det af ett regn på 20 mm. ungefär 15 mm. kunna sjunka ned under nämnda gräns. Under höst-, vinter- och vårsäsongen, då gruset ständigt är genomfuktadt, sänker sig det infiltrerade regnet med nära nog hela sin massa direkt mot djupet. Grundvattenströmmen i rullstensåsens bottenpartier underhålles och förstoras således under fuktigare årstider tämligen direkt af det fallande regnet; dess rörelse ofvanpå det vattentäta underlaget följer noga dettas sänkor, ungefär som om det vore fråga om en på jordytan framrinnande vattenmassa. Eftersom Nissans area i det stora hela kan betraktas såsom ett af rinnande vatten utskulpteradt dräneringsområde, hvars lägsta partier ligga vid den längs dess midtparti gående flodfåran, söker sig helt naturligt grundvattenmassan hit, hvarvid flodens afrinningsvatten längs hela flodloppet, och särskildt där det vattentäta underlaget, gneisgraniten, direkt framträder, mottager betydande tillskott; eller, med andra ord, en stor del af flodvattnet i Nissan stammar ej direkt från nederbörden utan från den af nederbörden tämligen omedelbart underhållna grundvattenströmmen i rullstensåsarna.

En annan del af nederbörden, och det den största, faller ej på rullstensbildningen utan på m o s a n d och m o r ä n. Det af dessa jordarter uppsugade vattnet får olika öden allt efter jordarternas fuktighetsgrad. Är sanden eller moränen efter stark afdunstning torr, kan den behålla äfven mycket starka regn, utan att någon del af dessa sänker sig under kapillaritetsgränsen; genom ytafdunstning och rothårsabsorption kan således hela denna vattenmassa åter dragas ur nämnda jordarter utan att ha kommit floden till godo. Äro dessa jordarter starkt genomblöta, t. ex. under afrinningsperioden eller vid sidländt läge, sjunker större delen af nederbörden under kapillaritetsgränsen, anrikande den egentliga grundvattenströmmen.

Under ett torrt år, t. ex. 1901—02, då nederbörden för augusti uppgick till endast 82 mm. (medeltalet för 1897—1906 = 107 mm.), för september till 17 mm. (medeltalet = 65 mm.) och för oktober till 42 mm. (medeltalet = 68 mm.), blef icke blott uppsamlingsperiodens egen ytafrinning mycket liten, utan regnens obetydlighet och den däraf följande omständigheten, att en stor del af fuktigheten stannade icke blott, såsom också annars, i mosandens och moränens utan äfven i rullstensgrusets ytlager, hvarifrån den lätt kunde afdunsta, allt gjorde, att ytafrinningen också under den på nämnda uppsamlingsperiod följande afrinningsperioden blef obetydlig i förhållande till samma afrinningsperiods nederbörd. Under ifrågavarande afrinnings-

period var således tillskottet till ytafrinningen från grundvattenströmmarnas sida mycket ringa, jämfördt med samma tillskott för vattenår med stark nederbörd under uppsamlingsperioden.

Under afrinningsperioden förhålla sig således rullstensgruset, moränen och mosanden på samma sätt, i det de med lätthet släppa igenom det mesta af imbibitionsvattnet; under torra uppsamlingsperioder släpper rullstensgruset igenom hufvudmassan af den infiltrerade nederbörden, moränen och mosanden kvarhålla den, under fuktiga släppa alla tre jordarterna igenom hufvudmassan af infiltrationsvattnet; under afdunstningsperioden stanna hos alla tre jordarterna obetydliga regn i ytlagren, af starkare regn släppes största delen igenom rullstensgruset, under det hela den infiltrerade regnmassan stannar i mosandens och moränens kapillära zon.

Då således, för att sammanfatta det sagda, grundvattenströmmen under afrinningsperioden matas af alla jordarternas nederbörd, och då vidare samma grundvattenström under afdunstningsperioden i a. mottager endast obetydliga tillskott och dessa endast från rullstensbildningen, är det egentligen nederbördens intensitet och nederbördsdagarnas fördelning under uppsamlingsperioden, som jämte rullstensbildningarnas stora utbredning inom området i fråga bli bestämmande för den växlande storleken af Nissans afrinning i förhållande till nederbörden: för regnrika år starkare, för regnfattiga svagare än t. ex. Dalelfvens.

Ju starkare eller ju tätare på hvarandra följande regn desto mera af desamma släppes igenom rullstensgruset till grundvattenströmmarna, desto mera undandrages ytafdunstningens inverkan, desto högre slutligen stiger ytafrinningen, sedan dessa underjordiska vatten förenat sig med den på ytan framrinnande floden; under torra perioder med spridda regndagar stannar en stor del af regnet i rullstensgrusets ytpartier och afdunstar ytterst lätt. Denna rullstensgrusets inverkan på afrinningens olika storlek under olika regnrika år blir naturligtvis större i samma mån, som rullstensbildningen intager större del af dräneringsområdet.

Rullstensbildningarna inom Nissans dräneringsområde (fig. 2, sid. 9) upptaga i rundt tal 160 kv.-kilom. af den här behandlade bevattningsarean; det vill med andra ord säga, 7 % af nederbörden falla på rullstensmaterial och kunna således under regnrika perioder till största delen undandraga sig afdunstning, i det de då med lätthet släppas igenom kapillaritets-zonen ned till grundvattenströmmen under denna; härifrån nå de slutligen fram till Nissans flodbädd, utan att ha förlorat något genom ytafdunstningen.

Också inom Dalelfvens dräneringsområde uppträda rullstensåsar; för någon kort sträcka följer floden en sådan ås; vanligtvis ha åsarna en riktning, öfvertvärande arean i fråga. Rullstensbildningarna inom Dalelfvens område äro dock till sin utbredning ingalunda jämförliga med de inom Nissans förekommande; tvärtom upp-

taga de [1]) en mycket ringa procent af området i fråga. Möjligheten för nederbördsvattnet att genom rullstensgrus släppas ned till grundvattenströmmen under kapillaritetsgränsen är således i fråga om Dalelfvens område relativt mindre än i fråga om Nissans, hvadan också de den allmänna ytafdunstningen framkallande faktorerna här ha tillfälle att äfven under regnrika år inverka på en större procent af nederbörden, än som inom Nissans område under sådana år är möjligt.

Jag har, med de resurser, som stå en privatman till buds, ej kunnat genomföra en hydrogeologisk undersökning af Nissans område så, som jag velat. Regelbundna grundvattensobservationer saknas. Såväl THIEMS metod med klornatriumlösning [2]) som SLICHTERS elektriska metod [3]) för mätande af grundvattenströmmens rörelsehastighet förutsätter, att man har tillgång till borrhål eller brunnar på nära afstånd till hvarandra. För öfrigt har man nog på sina håll öfverskattat betydelsen af undersökningar som de sist nämnda, i det man lämnat opåaktadt, att den tid vattenströmmen behöfver för att hinna från ett borrhål till ett annat ej nödvändigtvis refererar sig till det kortaste afståndet emellan ifrågavarande punkter. I verkligheten måste grundvattenströmmen söka sin väg framåt under kringgående af mellanliggande hinder (sid. 51), och det kan således hända, att dess väg från ett borrhål till ett annat är många gånger längre än den borrhålen förbindande, räta linjen. — De undersökningar, jag påbörjat, öfver vattnets i Nissan växlande slamhalt och växlande kemiska sammansättning vid olika vattenstånd kunde tyvärr ej slutföras, då det visade sig, att vattnet vid de ställen, där vattenståndsmätningar utförts, förorenades af ofvanför liggande fabrikers spillvatten. — Min undersökning ger vid handen, att Nissan bildar en flodtyp, som i väsentlig mån skiljer sig från Dalelfven, en skillnad, som synes mig få sin naturliga förklaring bland annat i de olika flodområdenas olika geologiska byggnad och i främsta rummet i rullstensåsarnas olika utbredning. Här ha vi det spörjsmål, på hvilket kommande hydrografiska undersökningar måste inrikta sin uppmärksamhet, om det gäller ej blott att registrera afrinningen i dess förhållande till nederbörden utan också att förklara och systematisera detta förhållande och därigenom få en fullt betryggande grundval för beräkningar öfver afrinningens praktiska användbarhet.

[1]) Jmfr HÖGBOM, Norrland, Norrl. Handbibliotek, I, Glacialgeologisk karta, sid. 144.

[2]) Messung. natürl. Grundwassergeschwindigk., Polyt. Notizblatt., 42, sid. 229.

[3]) The motions of undergr. waters, Unit. St. Geol. Surv., Water supply and Irrig. Papers, N:r 67, sid. 50.

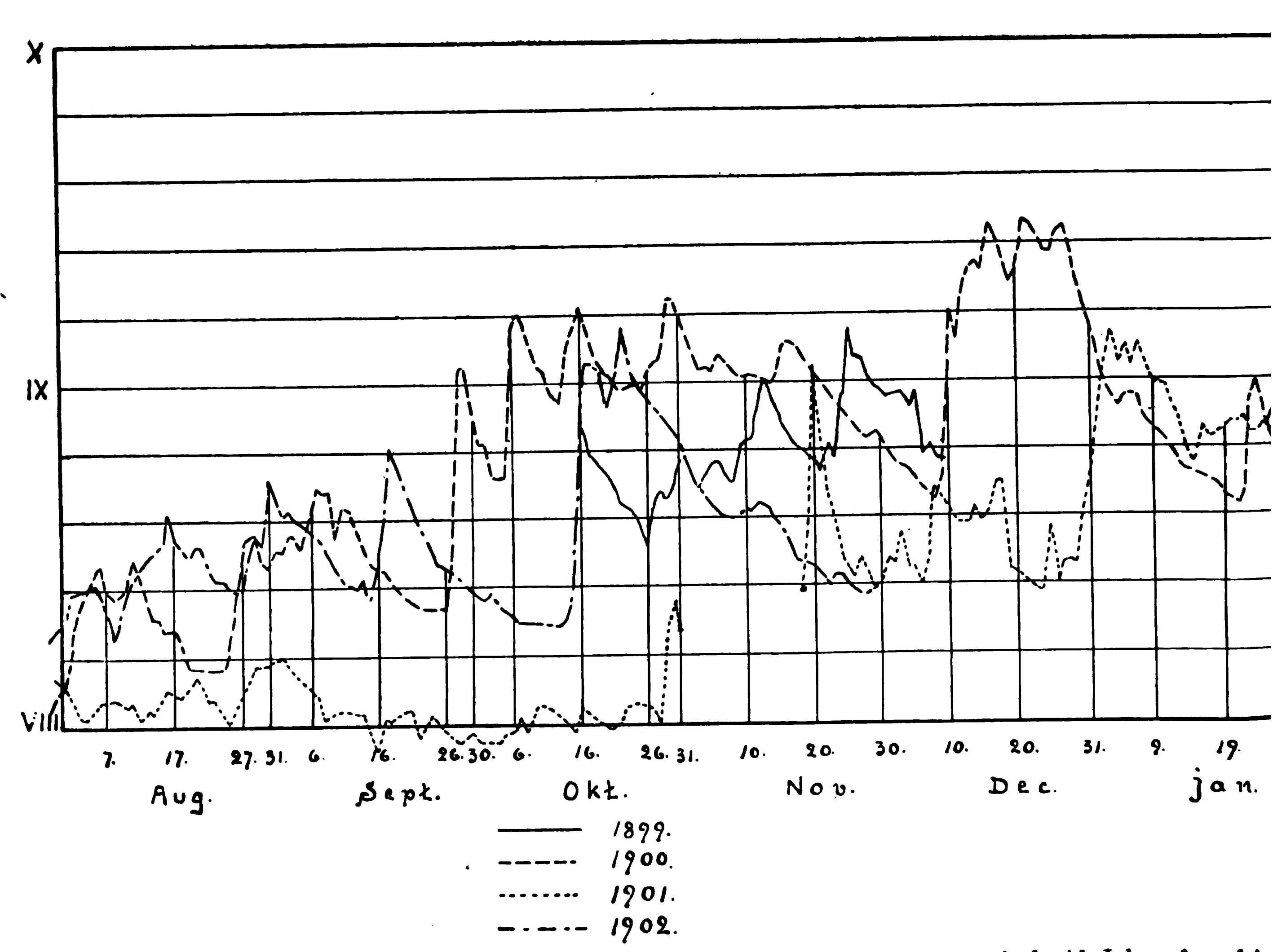
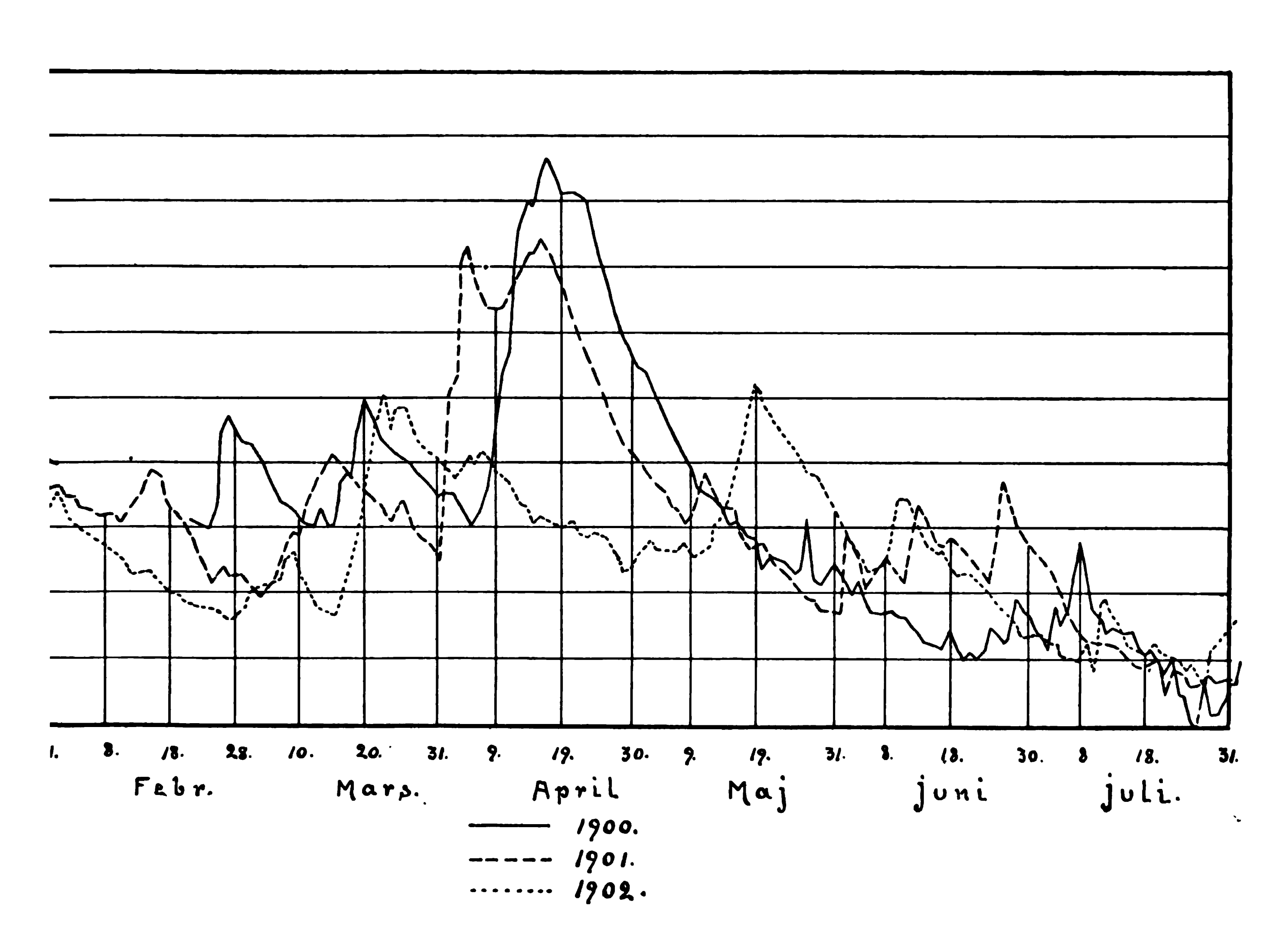


Fig. 4. Nissans vattenstånd vid Johansfors från



›n 16 oktober 1899 till den 30 november 1902.

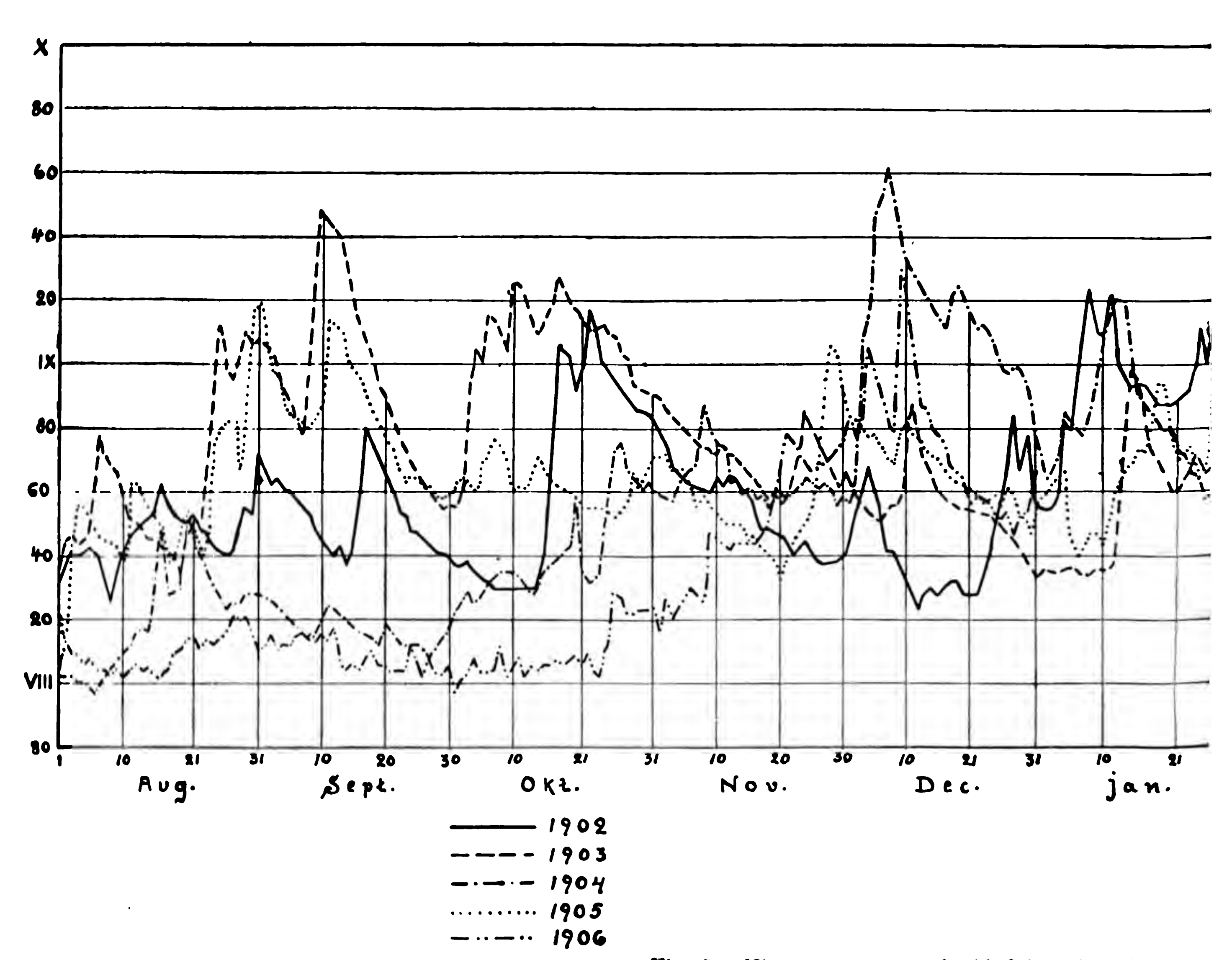
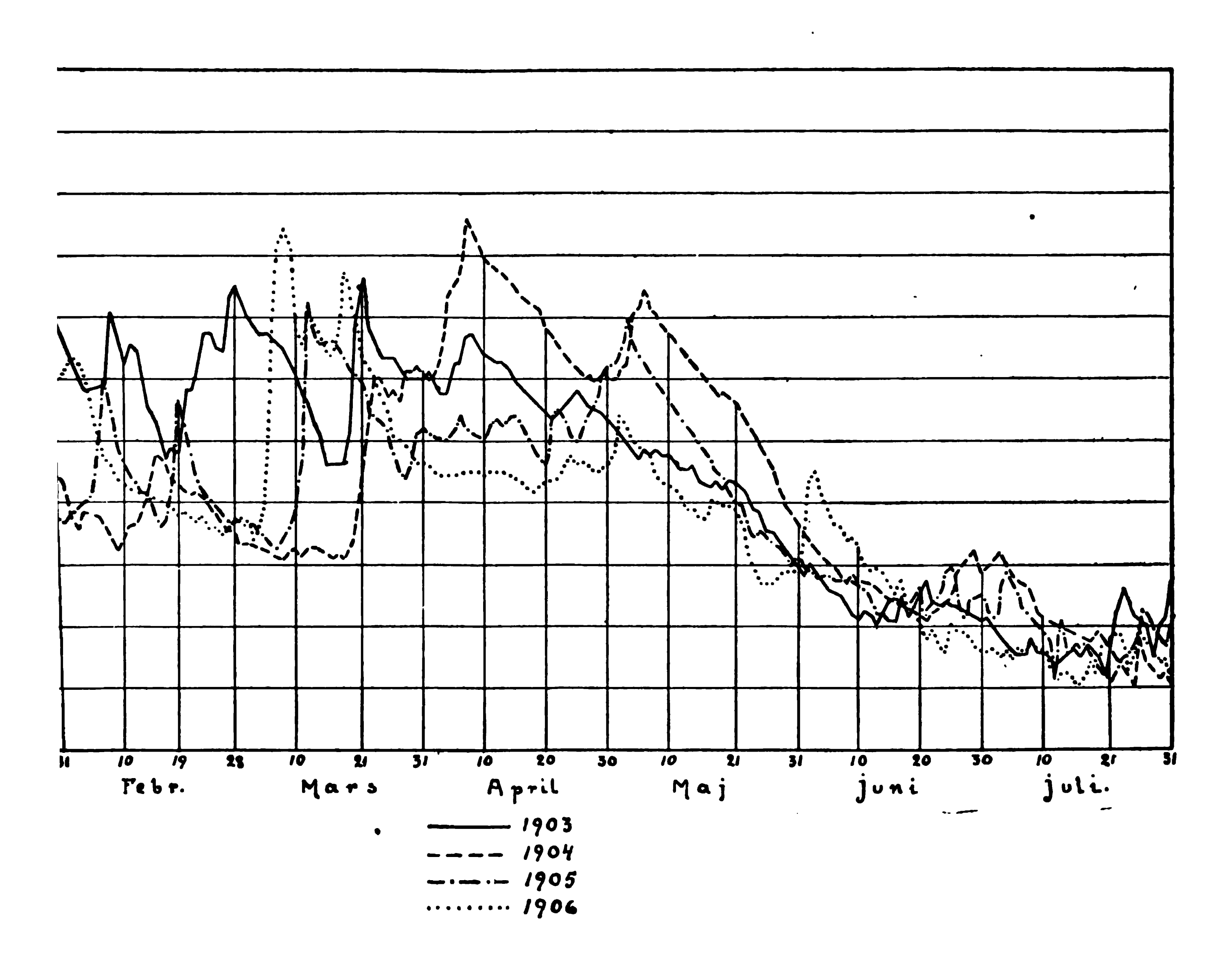
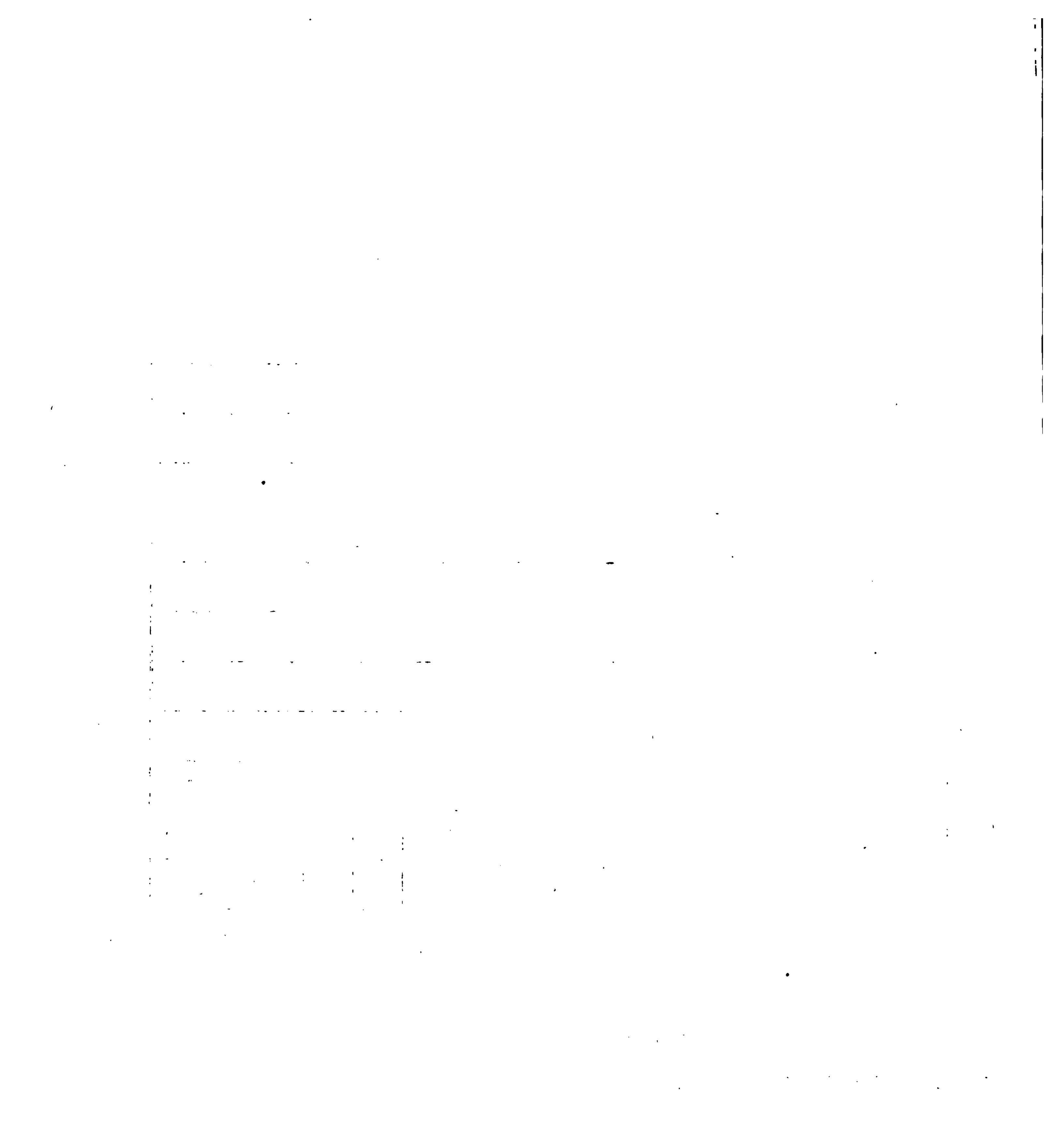


Fig. 5. Nissans vattenstånd vid Johansfors från 1:st



augusti 1902 till och med utgången af år 1906.



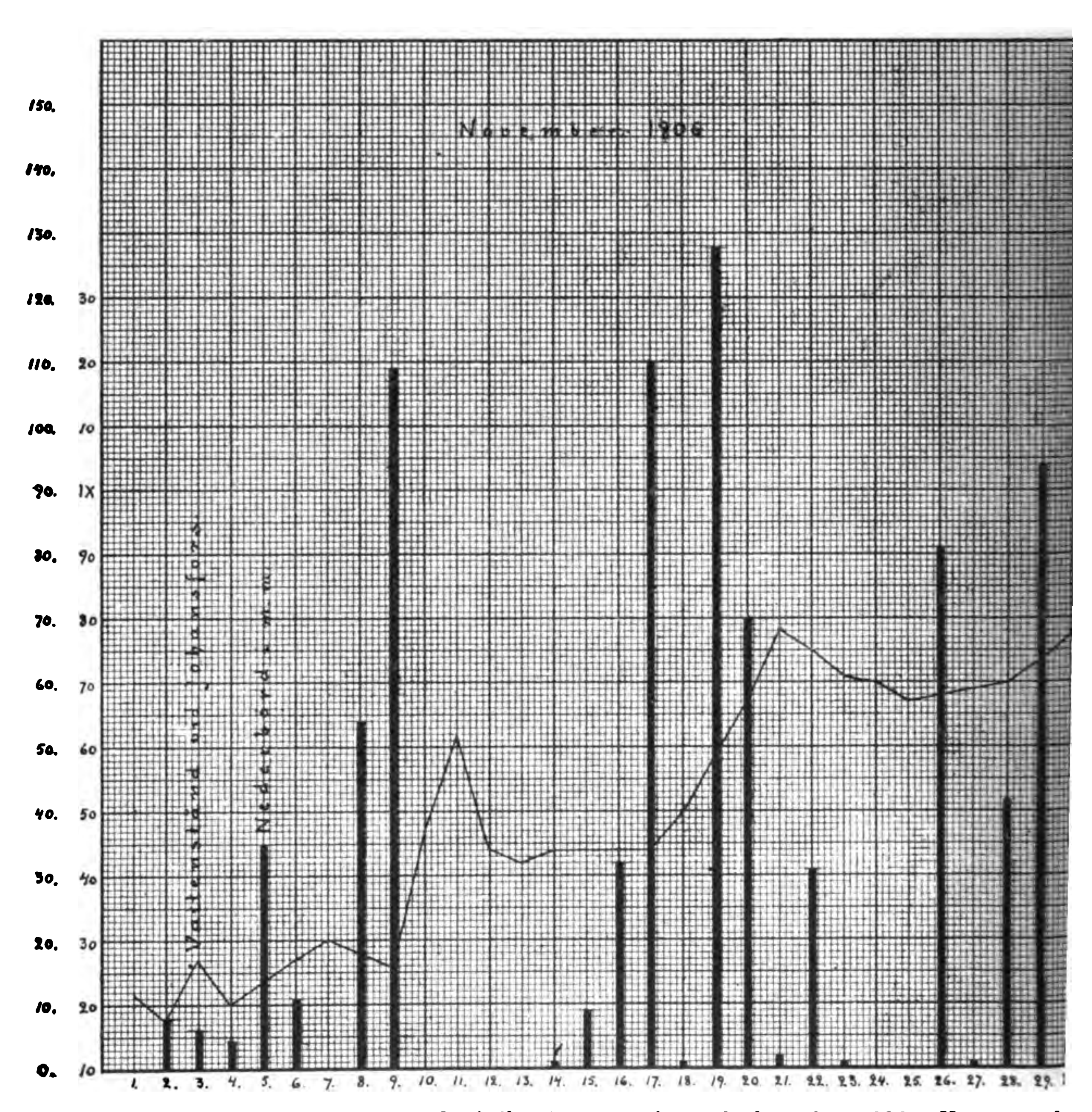
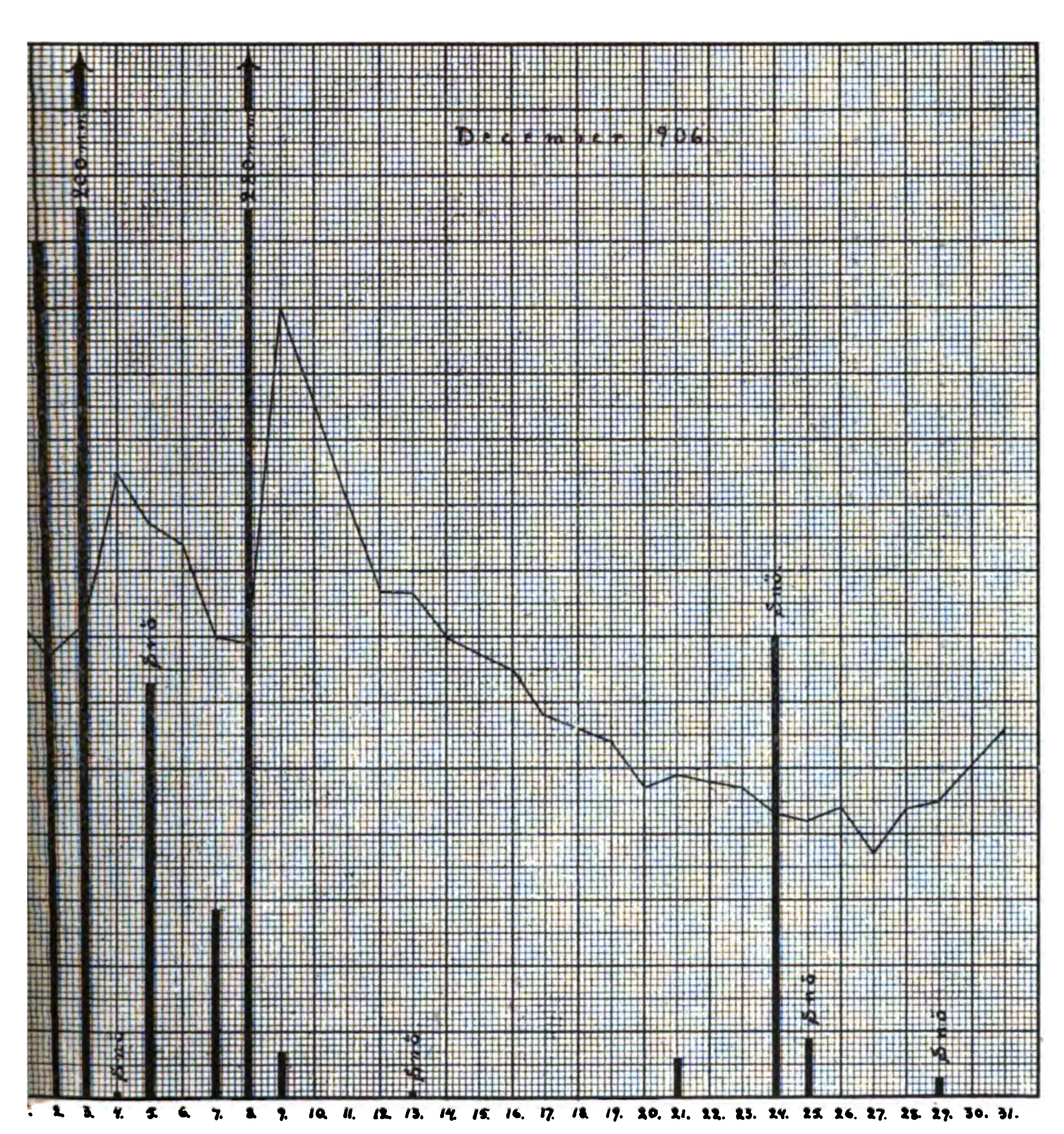


Fig. 6. Nederbörds- och vattenståndstabeller för november och december 1906. Vattenstånd
Nederbördshöjden i $^1/_{10}$ mm., v



.ning anträder vanligtvis dagen efter stark nederbörd, stundom först två dagar efter sådan.
ɔnståndshöjden i cm.

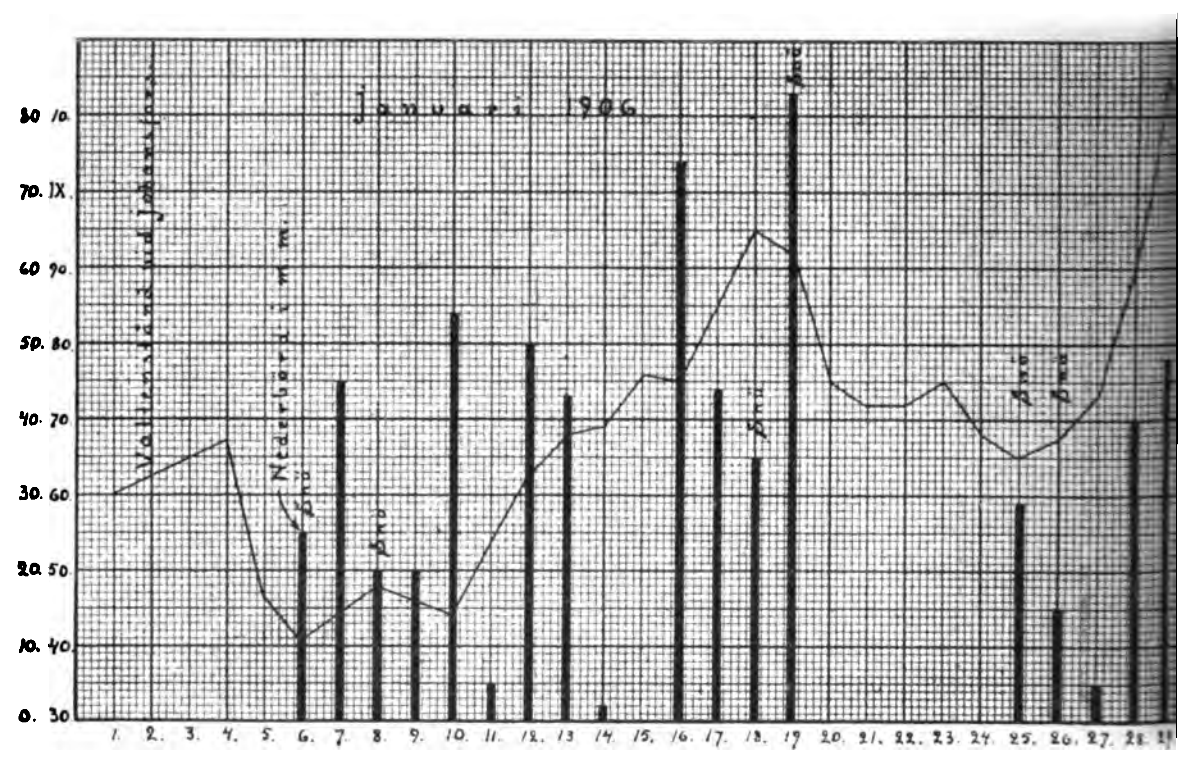
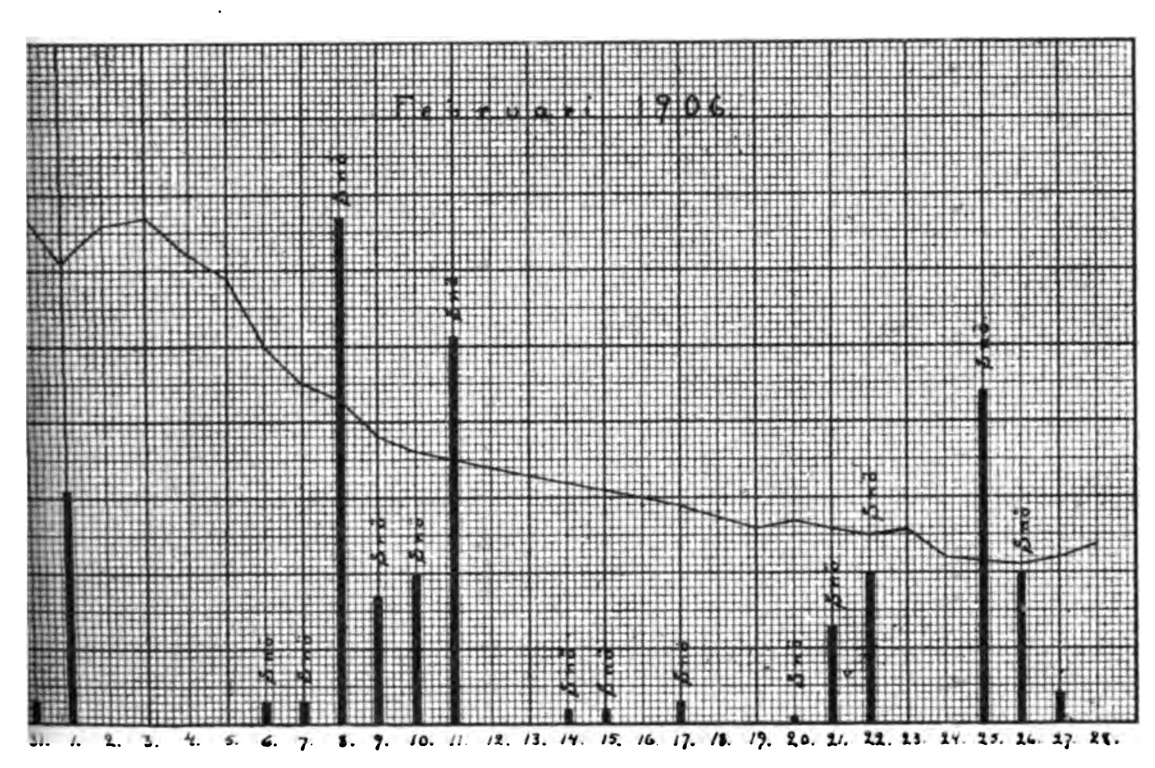


Fig. 7. Nederbörds- och vattenståndstabeller för januari och februari 1906. S
Nederbördshöjden i $^{1}/_{10}$ mm



ederbörden inverkar synbarligen ej direkt och omedelbart på vattenståndet.
attenståndshöjden i cm.

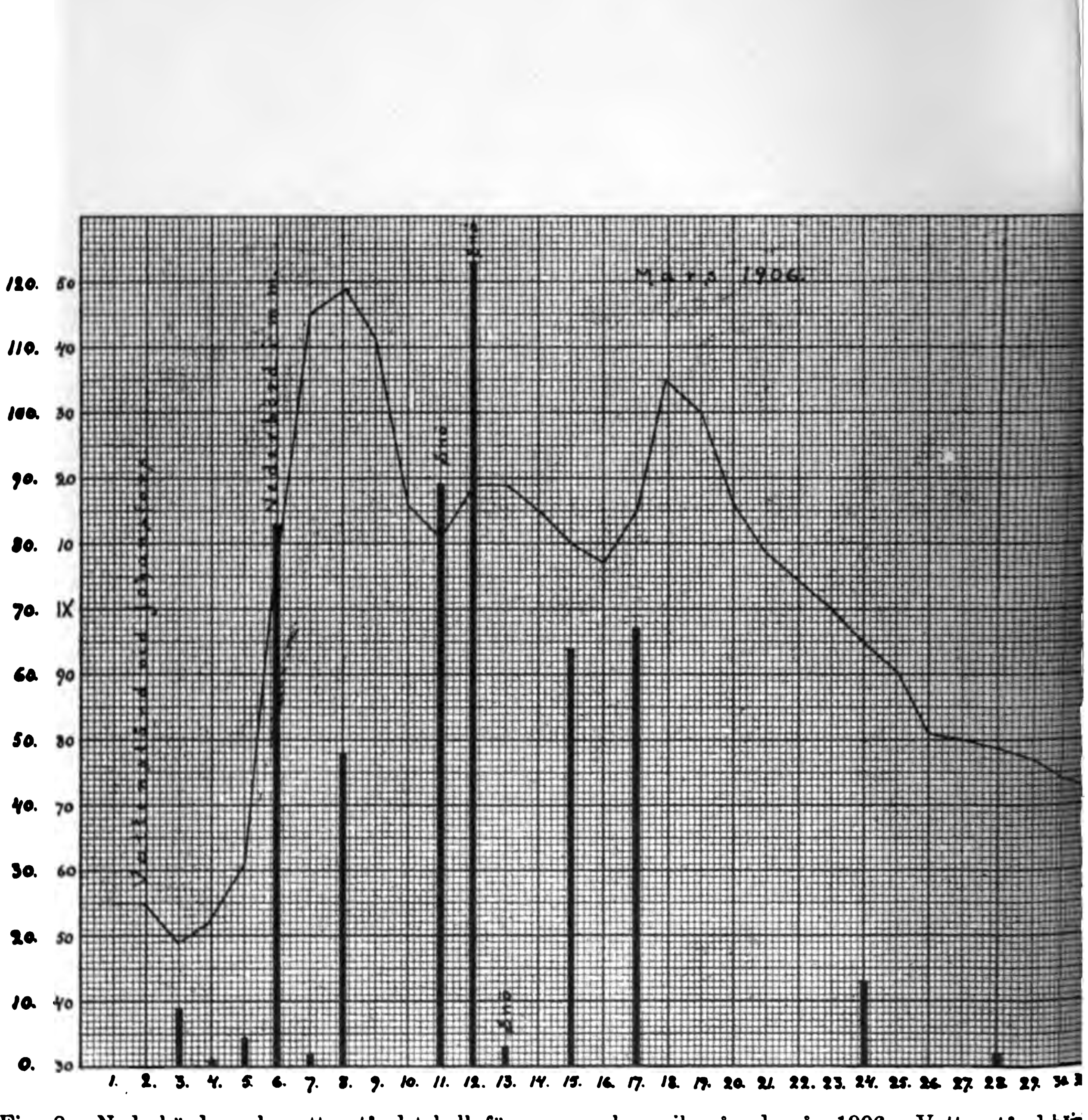
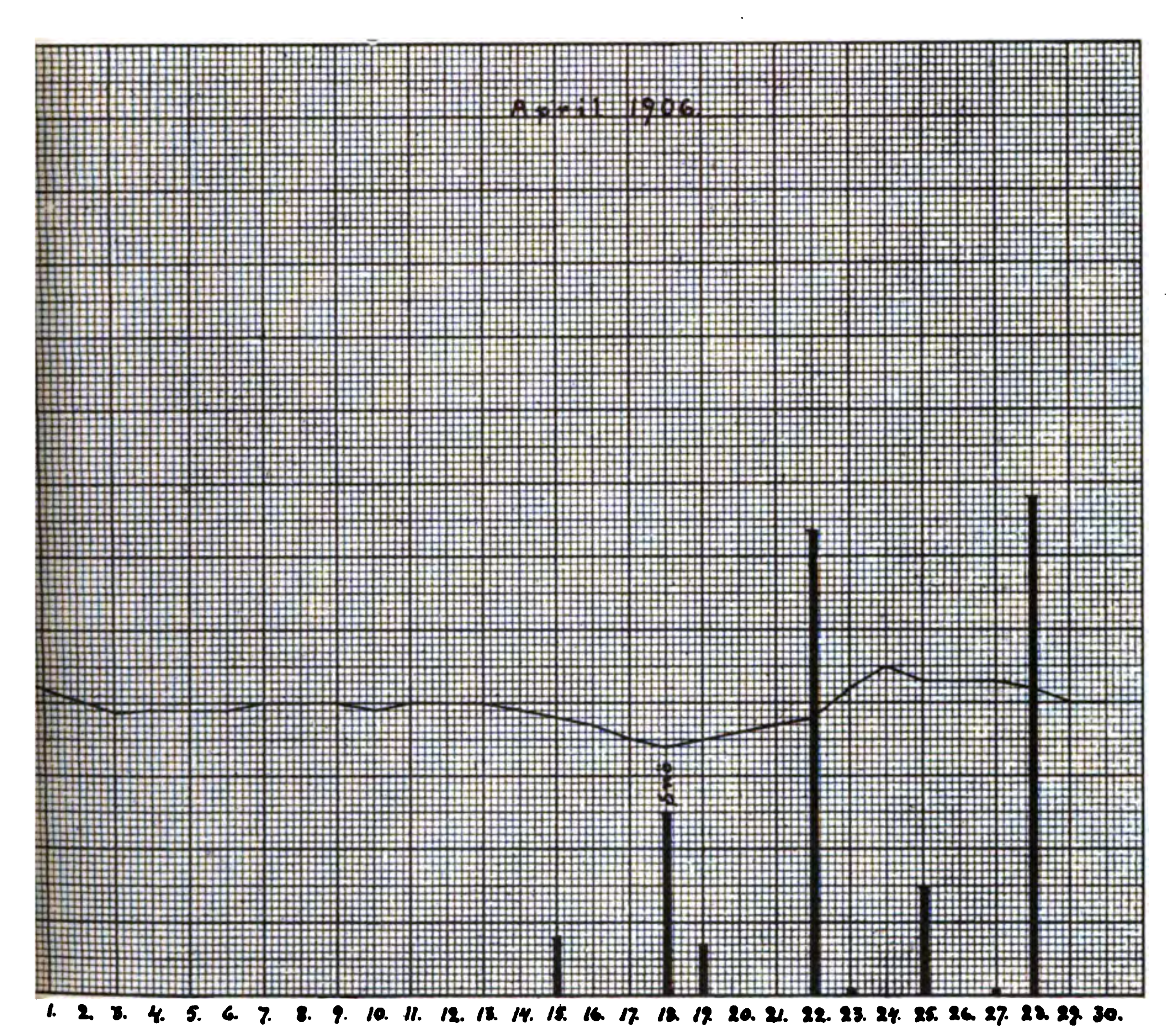


Fig. 8. Nederbörds- och vattenståndstabell för mars och april månader år 1906. Vattenståndshöj
inverka endast starkare regn, direkt på vattenståndet. N



og inträder en eller två dagar efter starkare nederbörd. Mot slutet af mars och under april
lerbördshöjden i $^1/_{10}$ mm.; vattenståndshöjden i cm.

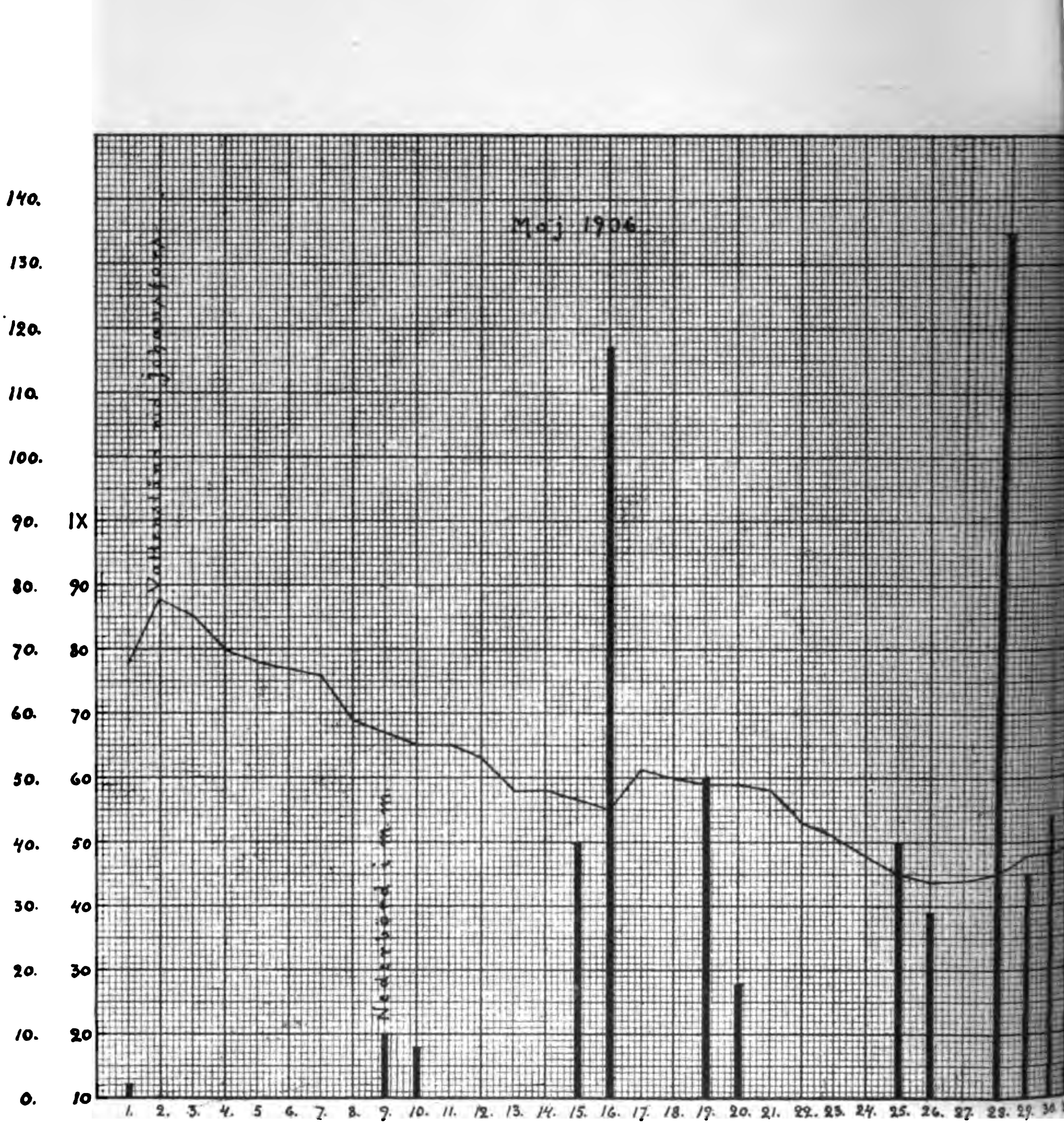
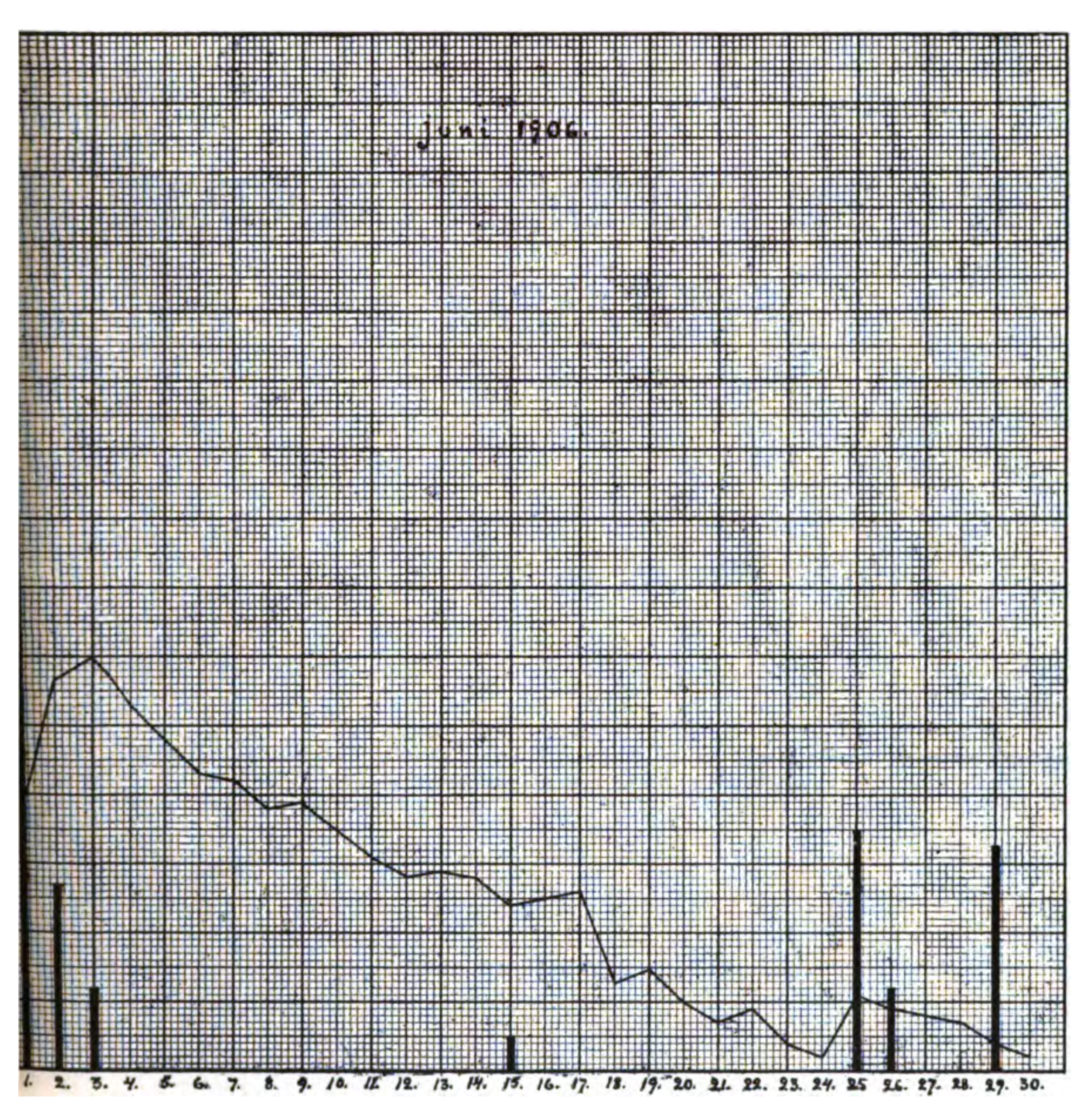


Fig. 9. Nederbörds- och vattenståndstabell för maj och juni år 1906. Enstaka starka regn inverk
mycket starka regn, åstadkommer en höjning af vattenståndet, hvilken höjning dock
Nederbördshöjden i $^{1}/_{10}$ mm.; vattenståndshöjden i cm.



ej märkbart på vattenståndet. En regnvecka, slutet af maj och början af juni, med delvis
r mycket obetydlig, jämförd med den, som ett lika starkt vårregn framkallar (jmfr fig. 8).

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 3. Nr 4.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 18. Nr 4.

LÖSNINGARS MAGNETISKA OCH OPTISKA KARAKTERER

AF

A. V. BÄCKLUND.

Forts. från Författarens afhandling *Om kroppars lösning och därmed närmast förvandta företeelser* i nästföregående band af dessa Handlingar.

Avec un Résumé en Français.

LUND 1907
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

§ 1.

Om jämviktstillståndet i en lösning.

1. Efter hvad i den föregående afhandlingen: *Om kroppars lösning* etc. i Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, B. 2, N. 4 utvecklades, skall hvarje lösning af en kropp i en förelagd vätska utgöras af molekuler, som till ojämförligt största delen *) få samma kemiska sammansättning af formen *ab*, men af hvilka ändock, så länge lösningen pågår, olika slag bli att särskilja. Framför allt finna vi två slag af i rörelse stadda molekuler utmärkta: molekulerna af det ena slaget få sina axlar, — hvilkas riktning vi städse räkna på samma vis, från t. ex. *a* till *b*, — riktade åt ett och samma håll, molekulerna åter af det andra slaget få sina axlar riktade åt det motsatta hållet. Lösningen kan stelna eller kristallisera i denna form. Alltså kan äfven en fast kropp vara sammansatt af molekulpar med molekulerna i samma par motsatt orienterade. Orsaken till att molekuler kunna hålla sig i denna ställning tillsamman måste tydligen sökas i de attraktioner, som förefinnas emellan de två elektriska cirkelströmmar, som omkretsa molekulerna och här visserligen framgå i samma plan, men vid sida om hvarandra och i motsatta rotationsled. Dessa attraktioner skola för öfrigt kunna beledsagas af oscillationer för molekulernas tyngdpunkter. De oliknämniga atomerna af de två molekulerna i ett och samma par verka genom sina termiska pulsationer repellerande på hvarandra, så som om dessa pulsationer skilde sig på en udda multipel af en half våglängd; på andra molekulpar i kroppen verkar samma par attraherande. Men de nämnda termiska repulsionerna emellan de två molekulerna i ett och samma par beledsagas antingen af bestämda oscillationer hos molekulerna eller af en härmed äkvivalent elektrisering af bådas atomer, hvarvid de oliknämniga atomerna skulle få motsatt elektricitet. Nytt tillfördt värme skulle då medföra elektriska urladdningar emellan atomerna i molekulparet, särskildt emellan de till samma enkla molekul hörande atomer, emedan de dock alltid äro närmare till hvarandra än till atomerna i någon annan molekul. Men emedan de två molekulerna i samma par äro motsatt ställda i afseende på sina atomer, få urladdningsströmmarne motsatta riktningar för dessa molekuler och

*) Se härom efterföljande art. 15.

verka därför repellerande på hvarandra. Till följe häraf kan det inträffa, att de två molekulerna i samma par lossas från hvarandra, såsom för kroppars lösning i en vätska förefaller vara nödvändigt. Molekulernas förutnämnda elektriska krets- eller cirkel-strömmar stanna äfven efteråt kvar hos dem, och däri ligger orsaken till att efter separationen, och till dess på nytt jämvikt inträdt, de två molekulerna i samma par besitta olika potentiella energier $Pv - jS$, $Pv + jS$, med P som termiskt tryck från omgifningen, v som volum af molekulen och jS som potential af kroppens alla molekularströmmar i afseende på molekülarströmmen (j). Jag har då behållit beteckningarne från § 4 i »Kroppars lösning» etc. I st. f. jS skrifver jag emellertid häldre iVv, när jag med iv förstår molekulens från dess ström (j) härrörande magnetiska moment och fattar V som ett dU/ds, där U är magnetisk potential af samtliga molekularströmmarne (j), och ds är ett infinitesimalt stycke, ab, af ifrågastående molekuls axel med samma riktning som denna. Men emedan alltså de båda molekulerna från ett och samma par bli utsatta för olika tryck $P \mp iV$, komma de, innan jämvikt inträdt och medan de ännu äro i rörelse, att genomtränga hvarandra. Ty tänkte vi oss någon möjlighet för att de båda strömmarne (j) kring de två molekulerna i ett par kunde utjämna hvarandra, så skulle vi äfven tänka oss, att i stället för de volumändringar af elektriskt slag, hvari molekulerna blifva försatta af dessa strömmar, nya pulsationer skulle uppstå, som skulle sammansätta sig med de förra termiska till sådana nya harmoniska, hvilka för de två molekulerna finge olika perioder. Jfr »Sammanhanget etc.» *) s. 32 n. 2. Hade trycket varit detsamma på båda molekulerna, så skulle nog äfven perioden för de nya pulsationerna blifvit lika. Men, som redan anmärktes, trycket är olika. Och då skulle för olikheten i de nya pulsationernas perioder de två molekulerna genomtränga hvarandra. De må i så fall göra det också utan den supponerade utjämningen af strömmarne: de termiska och de elektrodynamiska krafter, hvarför en lossad molekul af det ena slaget i ett molekulpar blir utsatt från de lossade molekulerna af det andra slaget skulle således i medium upphäfva hvarandra **).

2. Analogien emellan ett på nämnda sätt af två molekuler sammansatt molekulpar och en af två atomer sammansatt molekul är af det nämnda uppenbar, och lika uppenbar är analogien emellan de två från ett dylikt molekulpar separerade molekulerna och de två från en molekul i form af ioner separerade atomerna. Ionernas elektricitet motsvaras af molekulernas elektriska kretsströmmar. Då vidare ionerna bli öfverdragna med magnetiska ytlager af konstanta moment (»Kroppars lösning etc.» s. 27), bli de separerade molekulerna i stället försatta i inre oscillationer: deras atomer oscillera mot hvarandra i följd af den omtalta elektriska ur

---

*) Så citerar jag afhandlingen: *Om sammanhanget emellan osmotiskt och elektriskt tryck* i Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, B. 1, N. 1.

**) Två kroppar kunna ha samma kemiska sammansättning, men de lika orienterade molekulerna hos dem kunna ha sina cirkelströmmar dirigerade åt motsatta håll. Kropparne kunna vara genom skinliga, och om de vrida ljusets polarisationsplan, så vrida de det då åt motsatta håll. Se art. 28

laddningen emellan dem. Och vidare, liksom de förra separerade atomerna skola genomtränga hvarandra, så skola ock de separerade molekulerna göra detsamma. Hvarje lösning af en på det antagna viset af molekulpar sammansatt fast kropp i en homogen lösningsvätska skall därför innehålla molekuler af två slag, som skulle genomtränga hvarandra, så att lösningens hela rum blir fullt upptaget af hvartdera slagets molekuler, tillika med dem genomträngande nya molekulpar af lika sammansättning som den faste kroppens.

3. På frågan om separeringen af dylika molekulpar, som den faste kroppen antogs besitta, skulle samma betraktelser kunna tillämpas, som i § 6 af »Kroppars lösning» anställts för frågan om dissociationen af enkla molekuler. Vi se sålunda, att, om p är det osmotiska (eller termiska) trycket inom den faste kroppen, och p' är det osmotiska trycket på de separerade molekulerna i lösningen, så skall, när lösningen är mättad, enl. ekvv. (41′) och (42) i »Kroppars lösning»:

$$\int_p^\sigma v dp = 2\int_{p'}^\sigma v' dp' = 2km\, T \log\left(\frac{\sigma}{p'}\right),$$

när σ är det gränsvärde för p, hvarvid den faste kroppens molekulpar sönderfallit. Här $p' = kmTC$, då T är absoluta temperaturen för kroppen och för lösningen, och denna temperatur är konstant, samt C är lösningens koncentration, beräknad efter antalet lösta och separerade molekulpar af den fasta kroppen. Därmed skulle vi erhålla för den mättade lösningen:

$$\int_\sigma^p v dp = 2kmT \log K^0 C.$$

Värdet för σ beror ej allenast af den faste kroppens beskaffenhet, utan äfven af lösningsvätskan och af temperaturen T. Förutom σ, K^0 och C står dock i den förra formeln också p obekant, samt likaledes som obekant den för den faste kroppen gällande relationen mellan molekulparets volum och tryck.

4. Den faste kropp, hvarom ofvan varit tal, betecknar jag med K. Om med R förstås det rum, som upptages af den vätska, hvari K är löst, så skall, enligt hvad nyss utvecklades, R blifva uppfylldt af såväl det ena som det andra slaget af K-molekuler, äfvensom af molekulpar, bildade af K-molekuler af olika slag. Om emellertid för tillfället vi utmärka den af det ena slaget af K-molekuler bildade kroppen i R med A och dess termiska funktion *) med Ω', samt den af det andra slaget af K-molekuler bildade kroppen i samma R med B och dess termiska funktion med Ω'', så kan därför ingalunda lösningens termiska funktion betecknas med $\Omega' + \Omega''$. Ty Ω' och Ω'' härröra från pulsationer med olika svängningstal och addera sig därför icke till hvarandra. Vi borde kanske för öfrigt hälst räkna Ω'

*) Det är den å sid. 8 i »Osmotiska trycket» (Lunds univ. Årsskrift B. 40, Afd. 2, N. 4 (1904)) med ψ betecknade funktionen, hvilken här bilägges namn af termisk funktion.

för sammansatt af en termisk funktion, kommande från *harmoniska* pulsationer för de molekuler, af hvilka A har bildats med låt vara svängningstalet n, och af en magnetisk funktion från de *elektriska strömmar* (j), som omkretsa samma molekuler, och likaså borde vi räkna Ω'' för sammansatt af en termisk funktion från *harmoniska* pulsationer af samma svängningstal n hos de andra K-molekulerna och af den magnetiska funktionen från deras *strömmar* (j). De senare harmoniska pulsationerna ha för molekulerna i lösningen 180° fasskillnad från de förra och utgå skenbarligen från samma ställen i R som dessa, hvilket ej är fallet med pulsationerna i K. Det är då lätt att förstå, huru den ifrågakommande termiska funktionen af K-lösningen i R sammanfaller med den magnetiska kraftfunktionen af samma lösning, nämligen af strömmarne kring dess K-molekuler. Nu är dock väl att märka, att, då vi i art. 1 och 2 fattade energien för att vara olika för två K-molekuler af olika slag i R, vi tänkte på förhållandena före jämviktens inträdande och så länge som molekulerna påverkades af trycket P. Vid jämvikt är förhållandet ett annat. Om U är lösningens magnetiska potential, så skall, efter hvad nyss nämndes om den termiska funktionens beskaffenhet

$$-\frac{1}{2}\,iv\,\frac{dU}{di}$$

bli mått för hvardera molekulens inre energi. Men vi fatta A och B som två gallerverk, som ingripa oändligt i hvarandra, hvartdera likformigt magnetiseradt, dock det ena motsatt mot det andra. Och på ytorna af gallerverken skulle vi finna magnetiska ytlager, med ytlagret på det ena gallerverket till bestämd del upphäfvande för det samma gallerverkets inre verkningen af det andras magnetism, däremot utan all verkan utåt. Magnetiska intensiteten i gallerverkens inre skall, pr enhetsvolum räknad, vara lika med i. Skulle då W vara potential af A:s magnetism af detta slag, och alltså $-W$ räknas för potential af B:s motsvarande magnetism, samt $+\nu W$ vara potential inne i A af det nämnda ytlagret för A, så blefve för alla punkter i A:

$$U=(1-\mu)\,W,\quad \mu=1-\nu<1, \tag{1}$$

och för punkterna i B komme man tydligen att erhålla:

$$U=-(1-\mu)\,W. \tag{2}$$

För alla punkter utanför lösningarne blefve $U=W-W=0$.

Nu skall åter inne i A:

$$\frac{\partial W}{\partial x}=-4\pi\varkappa i\cos ix,\ \text{etc.},\ (\varkappa=\text{magnetiseringskonstant}), \tag{3}$$

och man måste följaktligen finna för A:

$$i\cos ix=-\lambda\frac{\partial U}{\partial x},\ \text{etc.},$$

när man för korthetens skull skrifvit

$$\lambda = \frac{1}{4\pi(1-\mu)\varkappa},\ \lambda > 0. \tag{4}$$

Energien för en K-molekul i A får härmed värdet

$$\frac{1}{2}\frac{i^2 v}{\lambda}, \tag{5}$$

och som detta värde är oberoende af riktningen för magnetiseringen (i), så finna vi energi till samma belopp för K-molekulerna i B.

Genom formlerna (1) och (2) uttryckes tydligt, huru den diskontinuitet, som U erfar vid öfvergången från A till B, beror af ett vid dessa gallerverks gränsytor samladt magnetiskt dubbellager, sammansatt nämligen af de två här ofvan anmärkta. Dessa dubbellager få väl å andra sidan räknas som omedelbara följder af de vid K:s lösning inträdande elektriska urladdningarne emellan molekulernas atomer, genom hvilka de båda molekulerna i ett och samma molekulpar lossades från hvarandra. (Se art. 1).

λ är att fatta som lösningens magnetiseringskoefficient. — Uttrycket (5) skall ha värdet pv, som är lika med kmT.

5. Det här skildrade jämviktstillståndet är labilt. På gallerverkens ytor skulle man finna molekulpar af samma beskaffenhet som vi förut hade i K, och i lösningen borde oupphörligen upplösning och återbildning af sådana molekulpar försiggå. Där vore då icke någon hvila förhanden. När K står i fortfarande beröring med lösningsvätskan R, falla K-molekuler från lösningen ut i fast form på $K:K$ upplöses och nybildas. I stället för dubbellager på gallerverkens ytor skulle vi då finna på hvarje särskild molekul ett dubbellager.

Vid närvaro af en yttre termiskt polariserad värmekälla kunna A och B komma att förskjutas mot hvarandra, eftersom A:s och B:s molekuler i den första ställningen vända atomer med motsatta pulsationer mot värmekällan, som därför skulle attrahera de ena, låt vara A-molekulerna, och repellera de andra, B-molekulerna. Om A är förskjuten i i:s riktning ett stycke α framom B, och denna förskjutning behandlas som allenast translation, — ehuru i verkligheten den ingalunda är så enkel, — och, om W har, liksom nyss, betydelse af magnetisk potential af A, så blir för yttre punkter

$$\alpha \frac{dW}{d\alpha} \tag{6}$$

magnetisk potential af lösningen i dess helhet. Emellertid är α infinitesimal, och föregående potential erhåller därför endast ett oändligt litet värde, ty af den yttre värmekällan kunna ej K-molekuler samlas i mera betydande mängd till de öfverskjutande ytpartierna af A och B. Om, som förut, vi beteckna lösningens magnetiska potential med U, så får visserligen för yttre punkter U värdet (6), men

för inre punkter i lösningen skulle potentialvärdet bli gifvet, som nyss, genom uttrycken (1) och (2) i föregående artikel.

Tvenne K-lösningar i två olika lösningsvätskor R, R' skulle kunna hålla hvarandra polariserade på ett härmed jämförligt vis, sedan den yttre värmekällan aflägsnats, och när lösningsvätskorna R, R' ställts i beröring med hvarandra.

6. Vi skola för öfrigt om förhållandena i de två K-lösningarne i R och R' räsonnera vidare så här. Då R' ej finnes, råder inom R det i art. 4 skildrade tillståndet, hvilket, när det skall likställas med ett kontinuerligt tillstånd, skall räknas för i magnetiskt hänseende neutralt. Det vill säga, K-lösningen i R skall ha sin magnetiska potential konstant lika med noll, när härför brukas en funktion utan de i art. 4 omtalta diskontinuiteterna. Energien för en K-molekul i R blir då lika med pv. Jfr art. 4 sista raden. Men helt annat blir förhållandet, då K löser sig i tvenne vätskor R och R', som stå i beröring med hvarandra, utan att dock blanda sig. Då kan en sådan förskjutning uppstå af K-molekulerna af de två olika slagen, som i föregående artikel kom på tal, och häraf kan ock det bli en följd, att till ett öfvervägande antal K-molekuler af det ena slaget stanna i R och af det andra slaget stanna i R'. Om m', m'' samt m'_1, m''_1 vore antalen af K-molekuler af de två slagen i R resp. R', och V, V' dessa R- och R'-lösningars volumer, och $m' > m''$, så skulle magnetiska effekten af ifrågavarande lösningar kunna framställas genom en summa af två magnetiska potentialer, den ena potential af R, fattadt som likformigt magnetiseradt med ett moment per enhetsvolum $i = (iv)_0 \dfrac{m' - m''}{V}$, och den andre potential af R', likformigt magnetiseradt i motsatt riktning med ett moment per enhetsvolum lika med $i_1 = (iv)_0 \dfrac{m''_1 - m'_1}{V'}$, samma $(iv)_0$ på båda ställen. Då vi nödgats antaga i »Kroppars lösning», att en K-molekul i lösning förändrar art vid sin reflexion från lösningens yta, så blir det tydligen icke nödvändigt, att $m' + m'_1 = m'' + m''_1$. Vi skola däremot snart nog se, att $\dfrac{m' - m''}{V} = \dfrac{m''_1 - m'_1}{V'}$. Alltså är lösningen i R att betrakta som sammansatt af K-molekuler af ett och samma slag, hvardera med en volum $v' = \dfrac{V}{m' - m''}$, och lösningen i R' är sammansatt af K-molekuler af det andra slaget, hvardera med en volum $v'' = \dfrac{V'}{m''_1 - m'_1} = v'$. Därmed också $i = i_1$. Vi skulle då vidare enligt det föregående finna $(jS)_R = -\dfrac{i^2 v'}{\lambda_R}$ och $(jS)_{R'} = -\dfrac{i_1^2 v''}{\lambda_{R'}}$.

Således:

$$(jS)_R = -\frac{(iv)_0^2}{\lambda_R}\,\frac{m' - m''}{V},\quad (jS)_{R'} = -\frac{(iv)_0^2}{\lambda_{R'}}\,\frac{m''_1 - m'_1}{V'}. \tag{7}$$

Vi vilja nu förutsätta den redan omtalta likheten, som skall närmare utvecklas i efterföljande artikel 15, nämligen denna:

(8) $$\frac{m' - m''}{V} = \frac{m''_1 - m'_1}{V'};$$

vi förstå då lätt af de två å sid. 17 i »Kroppars lösning» utvecklade formlerna, nämligen dessa:

$$6\pi^2 \rho_0 \left(\varkappa \frac{v}{\alpha}\right)_R Jv\,(h' - h)\,\frac{\alpha}{v} = (jS)_R,$$

$$6\pi^2 \rho_0 \left(\varkappa \frac{v}{\alpha}\right)_{R'} Jv\,(h' - h)\,\frac{\alpha}{v} = (jS)_{R'}\,^{*}),$$

(α = tvärsnittet af en strömkanal), huru man måste hafva:

$$\left(\frac{\varkappa v}{\alpha}\right)_R : \left(\frac{\varkappa v}{\alpha}\right)_{R'} = \frac{1}{\lambda_R} : \frac{1}{\lambda_{R'}} = (\varkappa h)_R : (\varkappa h)_{R'}.$$

Därför blir $\frac{\varkappa v}{\alpha}$ omvändt proportionellt mot magnetiseringskoefficienten för *K*-lösningen i *R*. På detta vis beror produkten $\frac{\varkappa v}{\alpha}$ af beskaffenheten af lösningsvätskan *R* samt af *K* **). λ_R få vi för de möjliga olika *K*-lösningarne i *R* proportionellt mot $\frac{m' - m''}{V}$.

K-lösningarne i *R* och *R'* skola dock ej utöfva någon magnetisk verkan på omgifningen, då nämligen dessa lösningar skola på sina ytor besitta magnetiska lager, som förtaga hvarje verkan utåt af den af dem omslutna lösningen. Dessa magnetiska lager skola ej verka inåt, de blifva mest lika de i art. 4 anmärkta ytlagren på gallerverken. Från dem ha reflexioner skett af *K*-molekuler af båda slagen.

---

*) *Observera, att det ej egentligen är h och h', som blifva konstanta, utan att det är med* $\frac{h\alpha}{v}$ *och* $\frac{h'\alpha}{v}$ *som detta blir fallet.* Och då vi, strängt taget, skola fatta *h* och *h'* såsom maximalvärden för *a*:s resp. *b*:s translationshastigheter, (se andra stycket i följande art. 8), så afser hvad som nämndes också endast dessa mera långsamt föränderliga värden. Man korrigerar lätt formlerna såväl i »Sammanhanget» som i »Kroppars lösning» i enlighet härmed.

**) I »Kroppars lösning» har jag uttryckt mig oriktigt om $\varkappa_A$, $\varkappa_B$. I raden närmast efter ekv. (10) å sid. 11 i »Kroppars lösning» skulle det sålunda ha förutsatts om *K'*, att den läte lösa sig lika lätt som *K* i både *A* och *B*, och å tredje raden efter ekv. (10'), att $\varkappa_A$, $\varkappa_B$ i allmänhet bero af *A*:s och *B*:s särskilda beskaffenhet, *förutom af K. Det är för öfrigt ej* $\varkappa$, *utan* $\varkappa \frac{v}{\alpha}$, *som vi skola bruka i våra räkningar, liksom det ej är h, h', utan i stället* $\frac{h\alpha}{v}$ *och* $\frac{h'\alpha}{v}$ *vi få räkna med som konstanter,* [dessa *h* och *h'* fattade som de i förra noten nämnda mera långsamt varierande maximalamplituderna för translationshastigheterna]. Sista stycket af art. 11 i »Kroppars lösning» bör därmed utgå. Jfr för öfrigt med följande artt. 10, 11.

7. Liknande förhållanden som de ofvan beskrifna, som gälla för de från molekulparen af K afskilda molekulerna, råda äfven för de i ioner dissocierade molekulerna i en lösning. Tänka vi blott på molekulerna i gebitet A och deras dissociation i a- och b-ioner, de förra positivt, de senare negativt-elektriska. När jämvikt inträdt, fylla ioner a hela rummet R, och ioner b likaså samma rum. Detta skall här förstås på samma sätt, som då i art. 4 det talades om de dissocierade molekulparen af K, så nämligen, att a-ionerna och b-ionerna bilda två gallerverk, som så gripa in i hvarandra, att de ej kunna lossas, utan att förstöras. Så skall det för öfrigt vara med alla kroppar, som blanda sig med hvarandra, att de bilda gallerverk, som oändligt tätt gripa in i hvarandra. Nu kan den verkan, hvarför en a-ion är utsatt, räknas härröra från endast de andra a-ionerna, från deras elektriska krafter och från krafter, som egentligen tillhöra pulsationer af det slag, som dessa a hade i molekulen ab, eller, som vi också kunna uttrycka oss, en a-ion är utsatt för de elektriska krafterna från samtliga a- och b-ionerna, men ej för andra krafter. Men b-ionerna äro lika mycket negativt-elektriska som a-ionerna äro positivt-elektriska. En elektrisk verkan utåt kan därför ej komma till stånd från dessa a och b tillsamman, och en verkan på en a eller en b uppträder endast då den elektriska potentialen lider en diskontinuitet vid öfvergången från det ena till det andra af de gallerverk, som bildas af a- och b-ionerna hvar för sig. Och denna diskontinuitet skulle vara föranledd af elektriska dubbellager på gallerverkens ytor, dubbellagren bildade af ion-par a och b. I fall V vore potential af a-systemet i afseende på en yttre punkt, och $V-U$ vore samma systems eller gallerverks potential i afseende på en inre, så skulle, för det första, b-systemets potential i afseende på en yttre punkt vara $=-V$ och i afseende på en inre punkt $=-(V-U)$, och därmed skulle, för det andra, för en a-ion produkten af tryck och volum bli lika med eU och lika med motsvarande produkt för en b-ion. Vid jämvikt kan trycket vara konstant och positivt, men då skall äfven U vara för hvarje punkt i lösningen konstant och positivt. — U är då att fatta som potential af ett elektriskt dubbellager med konstant moment, utbredt på ytan af a-ionernas gallerverk och med den positivt-elektriska sidan utåt. För b-ionernas gallerverk kommer samma elektriska dubbellager att hålla sin negativt-elektriska sida utåt. Det synes mig för öfrigt som skulle detta elektriska dubbellager vara att direkt härleda från de elektriska strömmar på ionernas ytor, hvarom talades å sid. 27 i »Kroppars lösning», och som omnämndes ofvan i art. 2.

U är tydligtvis lika med $\frac{1}{2}D$ i art. 7 sid. 8 i »Kroppars lösning». Vi få nämligen

$$eU = pv = kmT = \frac{1}{2}eD.$$

Innan jämvikt inträdt, existera inga slutna, öfver a- och b-regionerna utsträckta, elektriska dubbellager, utan i stället står hvarje ion för sig betäckt med sitt särskilda lager af detta slag.

8. Af en yttre elektrisk kropp kan en förskjutning emellan gallerverken a och b åstadkommas, men det blefve icke nödvändigt endast en translation af a-regionen öfver b-regionen, och $\alpha \frac{dV}{d\alpha}$ blefve då ej, med användning af V i den förra betydelsen, potentialvärde utanför R. Vi skulle i stället räsonnera härom på efterföljande vis. Om p är trycket på de odissocierade molekulerna i A, och p', p'' äro trycken på a- och b-ionerna sammastädes, om vidare $\overline{U}$ betyder hela den elektriska potentialen, och $\overline{U}'$, $\overline{U}''$ äro dess värden för en a resp. en b, så skall, när jämvikt eller annars ett stationärt tillstånd inträdt, följande gälla för molekulen (ab):s dissociation och nybildning:

$$-\int_{p}^{\omega} vdp - \int_{\omega}^{p'} vdp - \int_{\omega}^{p''} vdp - e\,(\overline{U}' - \overline{U}'') + M' + M'' = 0, \tag{9}$$

med M' och M'' som arbeten af motståndskrafterna mot rörelsen. (»Sammanhanget» etc. § 4). —

Här fattas emellertid för de motsvarande formlerna såväl i »Sammanhanget» som i »Kroppars lösning» förklaring till att vdp eller vdP står skrifvet i st. f. $vdp + \frac{1}{2} mdh^2$ *). Förklaringen är att söka däri, att vi räkna öfverallt med en integral $\frac{1}{2} m \int_{(\tau')} dh^2$, som försvinner därför att gränsvärdena för h försvinna. Vi tänka oss nämligen translationerna h (och h') ej konstanta i anseende till hastighet (h), utan såsom, att jag så må säga, halfoscillationer, nämligen h sammansatt af halfcirkelbågar: $h^0 \sin \frac{\pi t}{\tau'}$ under tiden från $t = 0$ till $t = \tau'$, och $-h^0 \sin \frac{\pi t}{\tau'}$ under tiden från $t = \tau'$ till $t = 2\tau'$, vidare $= h^0 \sin \frac{\pi t}{\tau'}$ under tiden från $t = 2\tau'$ till $t = 3\tau'$, o. s. v., samt τ' *oändligt litet*. Det blir alltjämt i en och samma riktning translationen (h) sålunda pågår, men den blir också alltjämt efter tider τ' afbruten eller för ett ögonblick stannad; det är som skulle rörelsen fortgå under största motstånd.

Städse, äfven då τ' antages lika med molekulen (ab):s pulsationsperiod eller lika med en hel multipel däraf, *försvinna de delar af M' och M'', som hänföra sig till själfva translationen h eller, kanske tydligare uttryckt, till h^0.* —

För a-ionen särskildt skulle:

$$-\int_{\omega}^{p'} vdp - e\overline{U}' + M' = C', \tag{10}$$

och för b-ionen:

$$-\int_{\omega}^{p''} vdp + e\overline{U}'' + M'' = C'', \tag{11}$$

---

*) Se ekv. (2) sid. 7 i »Kroppars lösning».

hvarest C', C'' skulle hänföra sig till ω, d. v. s. vara värden för $-e\overline{U}'$ och $+e\overline{U}''$ vid dissociationens början. Då är $\overline{U}' - \overline{U}'' = \frac{1}{2} D$. Häraf:

$$C' + C'' = -\frac{1}{2} eD = -pv = -kmT.$$

Och vi skulle finna af (9), att för en molekul:

$$\int_p^\omega vdp = -pv = -kmT. \tag{12}$$

Men för verkligt stationär *rörelse, fram och tillbaka, åtföljd af upprepad dissociation och nybildning af molekuler (ab)*, skulle vi få för (9) på ett och samma ställe $\overline{U}' = \overline{U}''$ och dessutom $M' = M'' = 0$, emedan vid hvarje molekulbildning och dissociation ionerna *ej ens oscillera*. Vi skulle vidare finna på ett och samma ställe både en a och en b, *men en yttre elektrisk kropp får då icke vara tillstädes.* Nu vore också $p' = p''$, och vi finge därmed $\overline{U}' = \overline{U}'' = 0$, $C' = C''$.

Annat är förhållandet, då det är fråga om splittring af molekuler i ioner, som sedan skola fortbestå såsom sådana. Då äro slutvärdena för M' och M'' ingalunda att försumma. Ionerna a och b stanna visserligen omsider utan translationer, men med bestämda och fortvarande oscillationer. Och i stället för ekvationerna (10) och (11) här ofvan erhålla vi ekvationerna (12) och (12') i »Sammanhanget» med $dp = 0$ samt därför samma ekvation för såväl a som b, nämligen:

$$edU = dM' = -dM'', \tag{13}$$

hvarest, då R-lösningen utgör ett *dielektrikum i fast form*,

$$dM' = -\lambda (h' + h'') ds = -dM''. \tag{14}$$

Nu kan $(h' + h'')\tau$ fattas som afstånd emellan de från en (ab)-molekul separerade a och b, då τ är tiden för sådan separering. Vi hade $\lambda = 12\pi^2 \rho_0 \varkappa\omega$ *). (»Sammanhanget etc.» sid. 20). Om därför med ε betecknas R:s elektriska moment för volumsenheten, och med n' antalet ioner, som separerats eller annars deplacerats och samlats på ett ställe, på en rymd v, så få vi $\varepsilon v = n'e(h' + h'')\tau$, och ekv. (13) skall då rätteligen uppfattas på följande vis:

$$e\frac{\partial U}{\partial x} + \lambda (h' + h'') \cos \varepsilon x = 0,$$
$$e\frac{\partial U}{\partial y} + \lambda (h' + h'') \cos \varepsilon y = 0,$$
$$e\frac{\partial U}{\partial z} + \lambda (h' + h'') \cos \varepsilon z = 0,$$

*) Observera, att det värde på ω, som jag härledt i »Kroppars lösning» § 3, är ***utmärkande för ionerna i en lösning.*** För atomerna i *fast* form har ω ej nödvändigtvis samma värde. För metalliska ledare få vi således ej räkna med konstant ω och ej heller med konstant e.

och alltså:

(15) $$\varepsilon \cos \varepsilon x = -k' \frac{\partial U}{\partial x}, \quad \varepsilon \cos \varepsilon y = -k' \frac{\partial U}{\partial y}, \quad \varepsilon \cos \varepsilon z = -k' \frac{\partial U}{\partial z}$$

med

(16) $$k' = \frac{n' e^2 \tau}{\lambda v},$$

$4\pi k'$ = dielektricitetskonstant.

R är en fullkomlig ledare, om i dess inre $n' = 0$, $\varkappa = 0$, $\frac{n'\tau}{\varkappa} = 0$. Då skall enligt (15) och (13) för ledarens inre:

$$\varepsilon = 0, \quad U = \text{konst.}$$

Däremot gäller för ledarens yta, när omgifningens dielektricitetskonstant = 1, formeln:

(17) $$\frac{dU}{dn} = -4\pi\varepsilon',$$

där ε' är elektriska yttätheten å det ställe, hvartill venstra membrum hänför sig. Detta framgår, genom tillämpning af satser af Poisson och Green, på bekant vis däraf att i ledarens inre U är konstant. Men vi böra måhända äfven lägga märke till att, enligt § 4 af »Sammanhanget» etc., för ledarens yta måste gälla relationen:

(18) $$-\int v dp - \int e dU + \int dM' = 0,$$

där vi integrera tvärs genom det elektriska lagret på ledarens yta. Dess tjocklek vill jag beteckna med dn. Då vi antaga, att ionerna, hvaraf det ifrågastående elektriska lagret bildats, stanna i förevarande fall, då ledaren står ensam, utan oscillationer, så skola vi skrifva $\int dM' = 0$ *), och vi sluta då af (18), att, om p är det osmotiska trycket inne i ledaren, och p_n är dess värde vid ytan, p_n varierande, så skall:

$$-e dU = kmT \log \frac{p_n}{p} = \nu\pi e \varepsilon' dn.$$

Men då antages, att e är konstant det samma för hvarje ion i ytlagret, och att vp = konst. = kmT. Nu skall emellertid dU vara (i våra vanliga mått) att räkna för infinitesimalt och därför skall

$$\frac{p_n - p}{p}$$

äfvenledes ha ett ganska litet värde. Den föregående ekvationen skulle vi då kunna skrifva under formen:

$$vp \frac{p_n - p}{p} = \nu\pi e \varepsilon' dn$$

*) Jfr art. 18 nedan.

eller

$$p_a - p = \nu\pi \frac{e}{v} \varepsilon' dn.$$

Det motstånd, som ledarens omgifning utöfvar mot elektricitetens utströmning, är per enhetsareal

$$2\pi\varepsilon'^2,$$

och det blir lika med $p_a - p$, när

$$\frac{\nu}{2}\frac{e}{v} dn = \varepsilon',$$

där v är den mot p svarande ion-volumen och e dess elektricitet. Därmed $\nu = 2$.

För två kroppar, som stå i kontakt med hvarandra, gälla de samma ekvationerna för kropparnes inre; för gränsytan åter två ekvationer af formen (18), om hvilka vi redan talat i § 4 af »Sammanhanget» etc. Dock är härtill en ganska viktig rättelse att foga, hvarom det närmast följande skall handla.

§ 2.

En rättelse. Formler för beröringselektriciteten.

9. Då det i »Sammanhanget» etc. blef fråga om de oscillationer, som beledsaga ionernas translationer inom en elektrolyt, som genomfares af en elektrisk ström, antog jag härför efterföljande lagar gällande:

för ionen med translationshastigheten h' *):

$$\Delta h' = -4\pi\varkappa h' \sin nt, \tag{19}$$

och för den andra ionen med hastigheten h'':

$$\Delta h'' = +4\pi\varkappa h'' \sin nt. \tag{20}$$

De båda ionernas translationer gå i motsatta riktningar, men deras oscillationer skola vara isokrona, utan fasskillnad. Nu är det allenast från (19) och (20) som h' och h'' inkomma i de formler, som i §§ 4 och 5 af »Sammanhanget etc.» utvecklats för den elektriska strömningen. Ett annat antagande om de ifrågavarande oscillationerna kunde bestå i följande:

$$\Delta h' = -4\pi\varkappa h'' \sin nt, \tag{21}$$

$$\Delta h'' = +4\pi\varkappa h' \sin nt, \tag{22}$$

och det är lätt att öfverse, hvartill detta skulle leda. Till en början hade vi endast att i våra formler (14)—(31) för koncentrationselementen (i »Sammanhanget» etc.)

---

*) I de efterföljande formlerna betyda dock h' och h'' de långsamt varierande amplituderna h_0', h_0'' för beträffande translationshastigheter $\pm h_0' \sin\frac{\pi t}{\tau'}$, $\pm h_0'' \sin\frac{\pi t}{\tau'}$. (Se föregående art.)

permutera h' och h'', men skulle sedan finna arbetet (32) i »Sammanhanget etc.» till en del positivt och till en annan lika stor del negativt, och det skulle medföra, *att vid kontaktsställena emellan två lösningar af olika koncentrationsgrader af samma salt intet värmeutbyte skulle ega rum med omgifningen.* Med nämnda ändring af h' med h'' erhålles formel (30) i »Sammanhanget etc.» öfverensstämmande med NERNST's formel, såsom jag nu skall i korthet visa. Så som den citerade formeln (30) i »Sammanhanget» där är framställd, differerar den på tecknet från NERNST's formel, hvilket jag dock först nyligen har bemärkt.

10. Efter mitt föregående räsonnement skall man för en lösning af ett salt (ab) räkna såväl med ioner af två slag, a och b, positivt- och negativt-elektriska ioner, som äfven med odissocierade molekuler (ab). De nämnda ionerna skulle ha uppstått genom dissociation af molekuler af det senare slaget, och samma krafter, som härför ha varit verksamma, skulle ha åstadkommit oscillationer för ionernas tyngdpunkter. (»Sammanhanget etc.» art. 17 sid. 11). Dessa oscillationer skulle gå förlorade vid ionernas sammansmältning en annan gång till molekuler och skulle alltså då upphäfvas af, såsom vi måste anse, ionernas stötar emot hvarandra. Men vi böra kanske först bemärka detta, att de translationshastigheter, som ionerna erhålla vid dissociationen, ingalunda lämna den gemensamma tyngdpunkten oförändrad. Ty de krafter, som härvid komma från dessa ioners termiska och elektriska volumförändringar, blifva ej lika stora och motsatta. Vid dissociationen föregå nämligen periodändringarna för ionernas pulsationer så hastigt, att redan under det ionerna åtskiljas dessa pulsationer presentera sig i så varierande faser, att en attraktion af a på b kan samtidigt beledsagas af attraktion af annan styrka eller till och med repulsion af b på a. Af dessa ioners tyngdpunktsrörelser beror också, huru deras pulsationer skola presentera sig för hvarandra. Både a:s och b:s translationshastigheter inverka därmed på storleken af amplituderna för a:s och b:s tyngdpunktsoscillationer. Vi försöka därför med ett antagande:

$$\Delta h' = -4\pi H' \sin nt, \quad H' = ah' + bh'', \tag{23}$$

$$\Delta h'' = +4\pi H'' \sin nt, \quad H'' = ch' + dh'', \tag{24}$$

a, b, c, d konstanter.

Vi skulle då finna genom räkningen i art. 18—21 i »Sammanhanget etc.» dessa formler:

$$-e\frac{dV}{ds} = 12\pi^2\rho_0\omega\,(H' + H''), \tag{25}$$

och emedan

$$J = \frac{\alpha e}{v}(h' + h''), \tag{26}$$

(α = tvärsnittet i en strömkanal), samt efter OHM's lag

$$-\alpha\frac{dV}{ds} = wJ, \tag{27}$$

(w = specifika ledningsmotståndet), så måste vi skrifva

$$a+c=b+d=w\frac{e^2}{12\pi^2\rho_0\omega v}. \tag{28}$$

När vi räkna för en elektrolyt w proportionellt mot v, måste vi räkna $a+c$ och $b+d$ lika inom både A och A', — som äro de två lösningar af olika koncentrationsgrader, som äro i kontakt och bilda det förelagda koncentrationselementet. Nu skulle enligt (23), (24), (28):

$$H'+H''=w\frac{e^2}{12\pi^2\rho_0\omega v}(h'+h'').$$

Af »Sammanhanget etc.» sid. 20 skulle vi vidare ha att sluta, att:

$$\left\{\begin{aligned} -\int_A^{A'}vdP-\int_A^{A'}edV+4\pi\mu'H'\frac{\alpha}{v}&=0,\\ \int_A^{A'}vdP-\int_A^{A'}edV-4\pi\mu'H''\frac{\alpha}{v}&=0, \end{aligned}\right. \tag{29}$$

alltså:

$$\left\{\begin{aligned} \int_A^{A'}vdP&=2\pi\mu'(H'+H'')\frac{\alpha}{v},\\ \int_A^{A'}edV&=2\pi\mu'(H'-H'')\frac{\alpha}{v}. \end{aligned}\right. \tag{29'}$$

Inne i A skulle det elementära motståndsarbetet dM' bli lika med (enl. »Sammanhanget etc.» sid. 18):

$$-\frac{we^2}{v}(h'+h'')\,ds=-\frac{we}{\alpha}Jds=-dM'',$$

och därmed blefve arbetet af motståndskrafterna därinne lika med (obs. (26), (27)):

$$\frac{\alpha h'}{v}dM'-\frac{\alpha h''}{v}dM''=-\frac{w}{\alpha}J^2ds=JdV.$$

Vid gränsen emellan A och A' skulle däremot arbetet af samma slag af motståndskrafter uppgå till:

$$\frac{\alpha h'}{v}4\pi\mu'H'\frac{\alpha}{v}-\frac{\alpha h''}{v}4\pi\mu'H''\frac{\alpha}{v}=4\pi\mu'\left(\frac{\alpha}{v}\right)^2(H'h'-H''h''), \tag{30}$$

samt arbetet af det termiska (eller osmotiska) trycket sammastädes till:

$$-\frac{\alpha}{v}(h'-h'')\int_A^{A'}vdP=-2\pi\mu'\left(\frac{\alpha}{v}\right)^2(h'-h'')(H'+H''). \tag{31}$$

Alltså skulle dessa två arbeten hafva en summa:

$$2\pi\mu' \left(\frac{\alpha}{v}\right)^2 (h'+h'')(H'-H''), \tag{32}$$

och dess värde är lika med

$$J\int_A^{A'} dV, \tag{32'}$$

såsom lätt ses, när för J och $\int_A^{A'} dV$ införas deras värden från (26) och (29'). Af (29') härleda vi efterföljande formel för koncentrationselementet:

$$e(V_{a'}-V_a) = \frac{H'-H''}{H'+H''}\int_A^{A'} vdP = \frac{(a-c)h'+(b-d)h''}{(a+c)(h'+h'')}\int_A^{A'} vdP, \tag{33}$$

med relationen (28) underförstådd. Här äro h', h'' translationshastigheter för ionerna på ett och samma ställe.

Då strömmen genom A och A' hålles stationär, — och vi antogo, att så skedde, då vi skrefvo ekvv. (29) i ofvan stående form, — så bli $\frac{\alpha h'}{v}$ och $\frac{\alpha h''}{v}$ konstanta för en och samma strömkanal hela kanalen igenom. Det är tydligt att så må vara, ty därmed är blott sagdt, att såväl antalet af de positiva ioner som ock antalet af de negativa ioner, som på en sekund passera ett tvärsnitt af en strömkanal, blir oförändradt detsamma för alla tvärsnitten, hvarförutan upphopning af elektricitet på ett eller annat ställe i strömkanalen skulle ske, och därmed rörelsen ej kunna vara stationär. Däraf följer, att förhållandet emellan h' och h'' blir oförändradt detsamma både i A och A'. Man skrifver till och med *) för både A och A':

$$h' = -\bar{u}\frac{dV}{ds}, \quad h'' = -\bar{v}\frac{dV}{ds},$$

med $\bar{u}$ och $\bar{v}$ såsom a- och b-ionernas vandringstal, och betraktar $\bar{u}$ och $\bar{v}$ såsom konstanter, som bero endast af a resp. b, förutom kanske af T.

Man får då skrifva i (33) $\bar{u}$ och $\bar{v}$ för h' och h''.

---

*) Jag borde å sid. 18 o. f. i »Sammanhanget» ej talat om h' och h'' som konstanter, men väl betraktat $\frac{\alpha h'}{v}$ och $\frac{\alpha h''}{v}$ som oföränderliga och räknat härmed så som jag gjort för (29) och äfven här nu efteråt räknar. Eller, jag kunde anmärkt, att, eftersom $\frac{\alpha h'}{v}$, $\frac{\alpha h''}{v}$ äro konstanta längs samma strömkanal, så är också förhållandet mellan h' och h'' allt igenom lika. Detta gäller äfven de med samma bokstäfver tecknade hastigheterna i »Kroppars lösning», hvilket särskildt för formlerna i art. 16 i sist cit. afhandling är att noga ihågkomma.

Enligt art. 18 sid. 19 i »Sammanhanget etc.» skulle

$$\mu' = \frac{3}{4}\rho_0\omega\int_A^{A'} d\ \Sigma\left(\frac{v'^2}{\alpha'} - \frac{v^2}{\alpha}\right)\frac{\cos Rh'}{R^2}, \tag{34}$$

med följande betydelse för häri ingående tecken. R räknas från ionen med volumen v' till ionen med volumen v, h' är den förra ionens translationsriktning, α' är α:s speciella värde å det ställe af strömkanalen, som den första ionen för tillfället intar, och denna ion går från A till A' och i spetsen för dem med volumen v. Eterns täthet är betecknad med ρ_0. Summan skall utsträckas öfver de den första ionen närmast följande af samma slag, som kunna anses ha samma pulsationsperiod som den. Ofvan tecknade $\frac{v'^2}{\alpha'} - \frac{v^2}{\alpha}$ bör då hellre fattas som ett

$$\frac{d}{ds}\left(\frac{v^2}{\alpha}\right) ds,$$

och hela differentialen som

$$\frac{d}{ds}\left(\frac{v^2}{\alpha}\right)\frac{\cos Rh'}{R^2} ds,$$

med

$$\frac{\cos Rh'}{R^2} = -\frac{2\pi}{\beta},\quad \beta = \text{en liten area af samma slag}$$

som ofvannämnda α, ehuru ej lika med α. Det i (34) gifna värdet för μ' blir således lika med

$$-\frac{3}{2}\pi\rho_0\omega\int_A^{A'}\frac{d}{ds}\left(\frac{v^2}{\alpha}\right)\frac{ds}{\beta},$$

och kan ej vidare fixeras, men skulle efter (29) bero af styrkan af den passerande elektriska strömmen. Däraf kommer alltså själfva integralens värde att väsentligen bero. Vi se af (29'), att, när $P' > P$, (d. v. s. när osmotiska trycket i A' är större än det i A), så blir μ' positivt.

11. Arbetet (30) försvinner i det fall att $H' : H'' = h'' : h'$. Då skola vi vidare hafva enligt (23)—(28):

$$a = d = 0,\quad b = c = \frac{e}{12\pi^2\rho_0\omega(\overline{u} + \overline{v})},$$

samt speciellt efter (28):

$$w = \frac{v}{e(\overline{u} + \overline{v})}.$$

Här stå e och ω som konstanter med de i »Kroppars lösning» sid. 9 angifna värdena. Alltså skulle man nu ha:

$$\Delta h' = -\frac{1}{3}\frac{e}{\pi\rho_0\omega\,(\overline{u}+\overline{v})}\,h''\sin nt,$$

$$\Delta h'' = +\frac{1}{3}\frac{e}{\pi\rho_0\omega\,(\overline{u}+\overline{v})}\,h'\sin nt.$$

I detta fall erhåller man af (33) NERNST'S *formel för koncentrationselementens elektromotoriska krafter.* Jag anmärkte detta förut i art. 9. Af (30)—(32') är tydligt, att, såsom jag äfven nämnde med andra ord i citerade artikel, *i detta fall tryckkraftsarbetet (31) öfverföres helt och hållet i elektriskt strömarbete.*

12. Antag att A och A' äro två stycken af en strömkedja, och att dessa stycken äro placerade omedelbart efter hvarandra, samt att a, a', a'', ... äro positiva ioner af olika slag, och b, b', b'', ... negativa ioner, och att de, men inga andra, deltaga i den elektriska strömningen genom A och A'. Må härvid h, h', h'', ... k, k', k'', ... vara hastigheter för a, a', a'', ... resp. b, b', b'', ... Hastigheterna h få samma riktning, och hastigheterna k den motsatta. Det är nämligen gemensamma strömkanaler för alla ionerna, emedan ionerna röra sig alla i den elektriska kraftens riktning, enligt hvad nyss utvecklats. De andra krafter, som verka på dessa ioner, komma dels från trycket af de molekuler, bland hvilka de röra sig, och som äro af samma slag som de, från hvilka samma ioner afskiljts, — och dels från den verkan, som ionernas oscillationer ha på deras pulsationer. Men hvad denna senare verkan beträffar, så yttrar den sig dels i värme och dels i en förhöjd energi hos somliga af ionerna och förminskning af energi hos de andra. Det kan här ej bli fråga om elektrisk energi, ty den beträffande energien skulle komma från de harmoniska etervågor, som uppväckas af ionernas harmoniska pulsationer och oscillationer, och kan därför icke utgöras af annat än rörelseenergi och värme. Må härefter det molekulartryck, hvarför a är utsatt, betecknas med p, molekulartrycket på a' med p', det på a'' med p'', o. s. v.; vidare trycket på b med q, trycket på b' med q', o. s. v. Skall då den elektriska strömningen vara stationär, så måste, om α är tvärsnittet af en strömkanal, och v, v', ... v_1, v_1', ... äro volumerna för a, a', ... b, b', ... å samma ställe,

$$\frac{\alpha h}{v},\ \frac{\alpha h'}{v'},\ \ldots\ \frac{\alpha k}{v_1},\ \frac{\alpha k'}{v_1'},\ \ldots$$

blifva oförändrade längs hela strömkanalen i både A och A', samt dessutom, när A, A', ... äro lösningar:

$$vp = v'p' = \ldots = v_1 q = v_1' q' = \ldots = kmT; \tag{35}$$

för öfrigt (V = elektriska potentialen):

$$\begin{aligned} -vdp - edV + dH &= 0, & v_1dq - edV + dK &= 0, \\ -v'dp' - edV + dH' &= 0, & v_1'dq' - edV + dK' &= 0, \\ \ldots\ldots & & \ldots\ldots & \end{aligned} \tag{36}$$

med H, H', K, K', . . . som elementar-arbeten af de nämnda krafterna emellan ionernas pulsationer och oscillationer. *Om vid öfvergången emellan A och A' intet värmeutbyte skall ega rum emellan strömkedjan och omgifningen,* så måste (obs. (30)):

$$\int\frac{\alpha h}{v}dH+\int\frac{\alpha h'}{v'}dH'+\,.\,.\int\frac{\alpha k}{v_1}dK+\int\frac{\alpha k'}{v_1'}dK'+\,.\,.=0,$$

alltså, när summeringarna utsträckas öfver alla a resp. b:

$$\Sigma\left(\frac{\alpha h^{(i)}}{v^{(i)}}\int v^{(i)}dp^{(i)}\right)-\Sigma\left(\frac{\alpha k^{(i)}}{v_1^{(i)}}\int v_1^{(i)}dq^{(i)}\right)+e\left(\Sigma\frac{\alpha h^{(i)}}{v^{(i)}}+\Sigma\frac{\alpha k^{(i)}}{v_1^{(i)}}\right)\int dV=0,$$

eller, emedan

$$e\,\Sigma\frac{\alpha h^{(i)}}{v^{(i)}}+e\,\Sigma\frac{\alpha k^{(i)}}{v_1^{(i)}}=J=$$

strömintensiteten i kanalen:

$$\Sigma\left(\frac{\alpha h^{(i)}}{v^{(i)}}\int v^{(i)}dp^{(i)}\right)-\Sigma\left(\frac{\alpha k^{(i)}}{v_1^{(i)}}\int v_1^{(i)}dq^{(i)}\right)+J\,(V_{a'}-V_a)=0,$$

eller, om $\overline{u}$, $\overline{u}'$, $\overline{u}''$, . . . $\overline{v}$, $\overline{v}'$, $\overline{v}''$, . . . äro vandringstalen för ionerna a, a', a'', . . . b, b', b'', . . . då vi få h, h', h'', . . . k, k', k'', . . . häremot proportionella, och med bruk af (35):

$$\text{(37)}\qquad \Sigma\,\overline{u}^{(i)}p^{(i)}\int v^{(i)}dp^{(i)}-\Sigma\,\overline{v}^{(i)}q^{(i)}\int v_1^{(i)}dq^{(i)}+e\,(\Sigma\,\overline{u}^{(i)}p^{(i)}+\Sigma\,\overline{v}^{(i)}q^{(i)})\,(V_{a'}-V_a)=0.$$

(Jfr härmed två afhandlingar af M. Planck: Ueber die Erregung von Electricität und Wärme in Electrolyten, Ueber die Potentialdifferenz zwischen zwei verdünnten Lösungen binärer Electrolyte, i B. 39 och 40 (1890) af Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge).

Men vår förutsättning om oföränderligheten af $\frac{\alpha h}{v}$, etc., det var, om strömningens stationära beskaffenhet, innebär, att förhållandena $\frac{h}{v}:\frac{h'}{v'}$, $\frac{h}{v}:\frac{h_1}{v_1}$, etc. behålla samma värden i A och A', alltså att förhållandena $\overline{u}p:\overline{u}'p'$, $\overline{u}p:\overline{v}q$, etc. äro de samma i A' som i A och att således, emedan $\overline{u}$, $\overline{u}'$, $\overline{v}$, etc. ha samma värden i båda lösningarne, att

$$\left(\frac{p}{p'}\right)_A=\left(\frac{p}{p'}\right)_{A'},\quad\left(\frac{p}{q}\right)_A=\left(\frac{p}{q}\right)_{A'},\ \text{o. s. v.;}$$

med andra ord, att

$$\frac{p_A}{p_{A'}}=\frac{p'_A}{p'_{A'}}=\frac{q_A}{q_{A'}}=\,.\,.\,.\,.$$

Därmed erhåller (37) den enklare formen:

$$\text{(37')}\qquad A\,|\,A'=V_a-V_{a'}=\frac{kmT}{e}\,\frac{U-V}{U+V}\log\left(\frac{p_{A'}}{p_A}\right),$$

med

$$U = \Sigma (\overline{u}^{(i)} p^{(i)})_A, \quad V = \Sigma (\overline{v}^{(i)} q^{(i)})_A.$$

13. Det torde af hvad här blifvit nämndt vara ganska tydligt, att intet kan sägas om elektromotoriska kraften i en stapel, utan att man känner, huru det kemiska förloppet är beskaffadt därinom. Exempelvis skall jag upptaga frågan om elektromotoriska kraften i DANIELL's stapel. Det kemiska förloppet därinom är oss bekant, och därför kunna vi direkt tillämpa på vår fråga räsonnementen i föregående artikel. DANIELL's stapel är sammansatt efter schemat:

$$Zn \,|\, ZnSO^4 \,|\, CuSO^4 \,|\, Cu.$$

Genom skiljeytan emellan Zn och $ZnSO^4$ går endast en a-ion (Zn) och ingen b-ion, i det den förra Zn-ionen sammansätter sig med en b-ion (SO^4), som kommer från $ZnSO^4$, och samtidigt därmed den betraktade skiljeytan flyttar sig tillbaka åt Zn-elementet till. Därför, — då fortfarande får antagas, att intet värmeutbyte eger rum vid ifrågavarande skiljeyta emellan stapeln och omgifningen, — gäller för beträffande skiljeyta en ekvation sådan som den första (36), integrerad öfver denna skiljeyta, men med $\int dH = 0$, alltså *):

$$V_{Zn} - V_{ZnSO^4} = Zn \,|\, ZnSO^4 = \frac{kmT}{e} \log \left(\frac{p_{ZnSO^4}}{p_{Zn}} \right).$$

Genom nästa skiljeyta $ZnSO^4 | CuSO^4$ går endast en b-ion (SO^4), som kommer från $CuSO^4$ och förenar sig med en Zn-ion, som kommer från $ZnSO^4$, medan samtidigt denna skiljeyta flyttar sig från $ZnSO^4$ åt $CuSO^4$ till. Och vi finna då äfven nu af (36), emedan också vid denna skiljeyta intet värmeutbyte eger rum emellan stapeln och omgifningen och således här $\int dK = 0$, en så lydande formel:

$$ZnSO^4 \,|\, CuSO^4 = -\frac{kmT}{e} \log \left(\frac{p_{CuSO^4}}{p_{ZnSO^4}} \right).$$

Genom sista gränsytan slutligen, gränsen emellan $CuSO^4$ och Cu, går blott en a-ion Cu, som kommer från $CuSO^4$, och därför, då äfven här ej värmeutveckling som sådan är för handen, följer af t. ex. den andra af ekvationerna (36) med $\int dH' = 0$, att nu:

$$CuSO^4 \,|\, Cu = \frac{kmT}{e} \log \left(\frac{p_{Cu}}{p_{CuSO^4}} \right).$$

Stapelns elektromotoriska kraft bekommer följaktligen värdet

$$(38) \qquad -\{Zn \,|\, ZnSO^4 + ZnSO^4 \,|\, CuSO^4 + CuSO_4 \,|\, Cu\} = \frac{kmT}{e} \log \left(\frac{p_{Zn}}{p_{Cu}} \right) + \\ + 2 \frac{kmT}{e} \log \left(\frac{p_{CuSO^4}}{p_{ZnSO^4}} \right).$$

*) Af exakt liknande skäl försvinna $\int_{A'}^{M_2} dM'$, $\int_{A}^{M_1} dM'$ i formlerna (34), (35) sid. 22 i »Sammanhanget etc.»

där, om båda salterna ha samma koncentration, den sista termen försvinner. Härtill kommer, när kedjan slutes med en koppartråd, en elektrisk differens, beroende på utbyte af *Zn*- och *Cu*-ioner vid koppartrådens kontaktsyta med *Zn*-elementet, och som därför skall beräknas efter (37') eller, som är detsamma, formel (33) med $a = d = 0$, $b = c$ (art. 11):

$$(39) \qquad Cu \,|\, Zn = -\frac{kmT}{e} \frac{\bar{u}_{Zn} - \bar{u}_{Cu}}{\bar{u}_{Zn} + \bar{u}_{Cu}} \log\left(\frac{p_{Zn}}{p_{Cu}}\right).$$

Men *Zn*- och *Cu*-ionerna ha nära på samma vandringstal, och därför kan den senare differensen försummas.

Daniell's stapel är reversibel. Genom att inleda en elektrisk ström i motsatt riktning, återställes det första tillståndet inom stapeln. Genom att för den inledda strömmen bilda på nytt de elektriska differenserna finna vi äfven samma summa af dem som förut.

Men differensen $Cu \,|\, Zn$ är ej alltid att försumma eller att beräkna efter formel (39). Det synes snarare som om den *observerade* elektriska differensen mellan två ledare af första ordningen L_1 och L_2 vore att fatta som t. ex. en differens $Cu \,|\, Zn$, beräknad efter fallet med mellanskjuten syra, alltså som t. ex.

$$Cu \,|\, CuSO^4 + CuSO^4 \,|\, ZnSO^4 + ZnSO^4 \,|\, Zn,$$

och efter (38) skulle vi i denna mening sätta

$$L_1 \,|\, L_2 = \frac{kmT}{e} \log\left(\frac{p_{L_2}}{p_{L_1}}\right).$$

Med en sådan uppfattning af betydelsen af venstra membrum återfinner man också genast Volta's *regel för ledare af första ordningen* L_1, L_2, L_3:

$$L_1 \,|\, L_2 + L_2 \,|\, L_3 + L_3 \,|\, L_1 = 0.$$

§ 3.

Om proportionen mellan antalen af molekulpar, molekuler och ioner i en lösning.

14. Efter hvad i det föregående utvecklades, är det numera möjligt att dess närmare bestämma, huru en gifven lösning af K är sammansatt af molekulpar, enkla molekuler och ioner. Antag nämligen, att μ molekulpar af K äro lösta i en lösningsvätska R, som står ensam, och att däri endast finnas m par af molekuler, så sinsemellan förbundna som i K, däremot m' enkla molekuler af *ett* slag, och likaså m'' enkla molekuler af det andra slaget, samt n' positiva a-ioner och n'' negativa b-ioner. När ett stationärt tillstånd inträdt, ha vi att räkna med ej mindre än fem gebit i R, som alla öfvertäcka eller genomtränga hvarandra, nämligen R

som fylldt med m molekulpar af K, och häri ett osmotiskt tryck $p = k_m T \frac{m}{V}$, då V är R:s volum, vidare samma R som fylldt af m' enkla molekuler af K, med ett osmotiskt tryck $p' = k_m T \frac{m'}{V}$, och R som fylldt af de andra m'' enkla molekulerna, med trycket $p'' = k_m T \frac{m''}{V}$, sedermera R som fylldt af n' a-ioner, med trycket $\pi' = k_m T \frac{n'}{V}$, och slutligen R som helt upptaget af de n'' b-ionerna, med trycket $\pi'' = k_m T \frac{n''}{V}$. Då nu, absolute taget, intet stillastående råder, utan sönderdelning och sammansättning jämnt pågår, så skall för omsättningen emellan molekulpar och enkla molekuler gälla enligt räsonnementen i § 6 i »Kroppars lösning etc.», att *)

$$\frac{p}{\sigma} = \frac{p'p''}{\sigma^2},$$

då σ är molekulparets gränstryck vid den gifna temperaturen; alltså:

$$m\sigma V = m'm''k_m T. \tag{40}$$

Vi finna likaledes för omsättningen emellan molekuler och ioner:

$$m'\sigma' V = n'n''k_m T, \quad m' = m''. \tag{41}$$

Här betyder σ' en enkel molekuls gränstryck vid temperaturen T. Ekvationen $m' = m''$ är särskildt anmärkningsvärd såsom giltig i detta fall. I det fall, som vi närmast härefter skola behandla, eger i allmänhet denna relation icke bestånd.

Till de tre ekvationerna (40), (41) komma vidare dessa två:

$$n' = n'', \quad m + \frac{1}{2}(m' + m'') + \frac{1}{4}(n' + n'') = \mu, \tag{42}$$

hvarmed vi erhållit inalles fem ekvationer för bestämning af de fem obekanta: m, m', m'', n', n''. Detta gäller det stationära tillståndet, som vi gärna utmärka som ett jämviktstillstånd för K-lösningen i R.

15. R förutsattes ensam. Men antag nu, att R står i beröring med en annan lösningsvätska R'. Då finna vi äfven i R' molekulpar af K, låt vara m_1 stycken, samt enkla molekuler af båda slagen, till antalet låt vara m'_1, m''_1, och ioner a och b af olika slag, låt vara n'_1 a-ioner och n''_1 b-ioner. Låt de förra beteckningarna: m, m', etc. afse antalen af hvad som finnes nu i R af molekulpar af K, af enkla molekuler af ena slaget af samma kropp, o. s. v., då ett stationärt tillstånd inträdt. V skall betyda R:s volum och V' volumen af R'.

Vi må nu bemärka, att, när frågan gäller omsättning mellan molekulpar och enkla molekuler af K i R- och R'-lösningarne, och då det slutliga jämviktstillståndet

*) Se äfven ofvanst. art. 8 femte stycket och ekv. (9).

afses, så få vi räkna med alla volum-rörelserna reducerade till harmoniska pulsationer och därför bruka ekvationer ensamt af typen (40), såsom dessa:

$$(43)\qquad \begin{cases} m\sigma V' = m''m_1'k\overline{m}T, \text{ eller } m\sigma V' = m'm_1''k\overline{m}T, \\ m_1\sigma V = m_1''m'k\overline{m}T, \text{ eller } m_1\sigma V = m_1'm''k\overline{m}T, \end{cases}$$

fortfarande med σ i betydelse af gränstryck för K:s molekulpar *). Likaså finna vi för omsättningen emellan ioner och enkla K-molekuler, när σ' är en enkel K-molekuls gränstryck:

$$(44)\qquad \begin{cases} m'\sigma' V' = n'n_1''k\overline{m}T, \\ m''\sigma' V' = n_1'n''k\overline{m}T, \end{cases}$$

$$(m_1'\sigma' V = n''n_1'k\overline{m}T,\quad m_1''\sigma' V = n'n_1''k\overline{m}T, \text{ alltså:})$$

$$(44')\qquad m_1' V = m'' V',\quad m_1'' V = m' V',$$

(och det vill säga, att trycket är detsamma inom det ena slaget af K-molekuler i R som inom K-molekulerna af det andra slaget i R'. De blanda sig icke, utan skilja sig från hvarandra för sin motsatta orientering).

Af de två sista ekvationerna sluta vi till relationen:

$$\frac{m'-m''}{V} = \frac{m_1''-m_1'}{V'},$$

till hvilken hänvisats ofvan i art. 6.

Tydligtvis gälla äfven dessa ekvationer:

$$(45)\qquad \begin{cases} n' + n_1' = n'' + n_1'', \\ m + m_1 + \frac{1}{2}(m' + m_1' + m'' + m_1'') + \frac{1}{4}(n' + n_1' + n'' + n_1'') = \mu, \end{cases}$$

när inalles μ molekulpar af K trädt i lösning.

16. När vidare h' är hastighet för en af de $m' + m_1'$ K-molekulerna i lösningen, och h'' är hastighet för en af de andra $m'' + m_1''$ enkla molekulerna af samma K **), samt $\left(\frac{\varkappa v}{\alpha}\right)_R$ och $\left(\frac{\varkappa v}{\alpha}\right)_{R'}$ äro de i den andra noten till art. 6 omtalta, af K och R resp. R' beroende koefficienterna i uttrycken för dessa molekulers oscillationer i R och R':

$$\Delta h' = -4\pi \frac{\varkappa v}{\alpha} h' \frac{\alpha}{v} \sin nt,\quad \left(\frac{h'\alpha}{v}\right)_R = \left(\frac{h'\alpha}{v}\right)_{R'},$$

$$\Delta h'' = +4\pi \frac{\varkappa v}{\alpha} h'' \frac{\alpha}{v} \sin nt,\quad \left(\frac{h''\alpha}{v}\right)_R = \left(\frac{h''\alpha}{v}\right)_{R'},$$

*) Det skulle först närmare den följande räkningens slut för särskildt förelagdt fall kunna afgöras emellan ekvationsparen (43), hvilketdera det är som passar, i fail man vill behålla $m' > m''$.

**) $h' > h''$, då $m' > m''$. Se art. 6.

(obs.: ingen ändring här af h' och h'', analog med ändringen i art. 11): så se vi af den andra af ekvv. (24) i »Kroppars lösning», att:

$$(46) \qquad 12\pi^2\rho_0 Jv\left(\left(\frac{\varkappa v}{\alpha}\right)_R - \left(\frac{\varkappa v}{\alpha}\right)_{R'}\right)(h' + h'')\frac{\alpha}{v} = 2k\bar{m}T\log\left(\frac{m_1}{m}\frac{V}{V'}\right),$$

som vi fatta som ekvation för $\frac{m}{m_1}$. Vi ha då tänkt oss h' och h'' bekanta i R, äfvensom att en af dessa hastigheter, låt vara h', är bekant äfven i R'; vi göra vidare bruk af ekvationen $h'_R : h'_{R'} = \left(\frac{\alpha}{v}\right)_{R'} : \left(\frac{\alpha}{v}\right)_R$ för bestämning af detta senare förhållande eller, som kommer ut på detsamma, för bestämning af produkten $\left(\frac{v}{\alpha}\right)_{R'} \cdot \left(\frac{\alpha}{v}\right)_R$, och vi antaga slutligen äfven $\varkappa_R$ och $\varkappa_{R'}$ bekanta.

17. Emellan R och R' råder äfven en elektrisk olikhet, som är förmedlad af ioner a och b, som lägrat sig vid lösningarnes kontaktsyta och där fortfarande hafva känning af det termiska tryck, som tillhör de $m + m_1$ i lösningarne ingående molekulparen af K. Därför skall elektriska differensen mellan lösningarne i R och R' beräknas enligt den i början af art. 10 och slutet af art. 11 omtalta formeln af NERNST. Om $\bar{u}$ och $\bar{v}$ äro a- resp. b-ionernas vandringstal vid temperaturen T, så skola vi alltså skrifva:

$$R\,|\,R' = V_R - V_{R'} = \frac{\bar{u} - \bar{v}}{\bar{u} + \bar{v}}\,\frac{k\bar{m}T}{e}\log\left(\frac{m_1 V}{m V'}\right).$$

Men häraf och af formen för R och R' skulle vi sedan hafva att sluta till kvantiteterna af R:s och R':s elektriska laddningar. Om R:s laddning är positiv, och Q är dess storlek, så skola vi få

$$(47) \qquad Q = (n' - n'')\,e.$$

Härmed kompletteras de nio föregående ekvationerna (43)—(46), så att därigenom m, m_1; m', m''; m'_1, m''_1; n', n''; n'_1, n''_1 bli bestämda, förutsatt att σ, σ', $\varkappa_R$, $\varkappa_{R'}$, h', h'' samt $\frac{\bar{u}}{\bar{v}}$ äro bekanta. Men $\varkappa_R$, $\varkappa_{R'}$ bero i sin ordning af m', . . m''_1 och λ_R, $\lambda_{R'}$ (art. 6), och därför blir icke den föregående lösningen fullständig. Men om förhållandet mellan K-lösningens koncentrationer i R och R' blifvit kändt, så blir frågan om fördelningen mellan R och R' af K-molekuler och därifrån separerade ioner fullt besvarad af ekvationerna (43), (44), (44'), (45), (47).

18. Bemärkas må, att de enkla K-molekulerna i lösningarne äro vid dessa lösningars gränsytor i oscillationer och stå där under inflytande af trycket från de i samma lösningar befintliga och stillastående molekulparen af K, — så som för ekv. (46) äfven är förutsatt. Enligt föregående gäller liknande om a- och b-ionerna å samma ställen. För dessa oscillationers skull hos de enkla molekulerna och hos

de nämnda ionerna kunna vi ej räkna med osmotiska tryck från dem, men väl med elektromagnetiska och elektriska krafter. Med osmotiskt tryck från dem skall däremot räknas där de befinna sig i hvila utan oscillationer. De ojämförligt flesta enkla K-molekuler och ioner i lösningarne äro också af det senare slaget, de sakna oscillationer.

§ 4.

Om genomskinliga kroppars förmåga att vrida ljusets polarisationsplan.

19. I art. 5 fäste jag särskild uppmärksamhet vid den förskjutning, som en termiskt polariserad värmekälla kan åstadkomma af de två olika partierna af en K-lösning, med hvartdera partiet utgjordt af enkla K-molekuler, motsatt orienterade i de två partierna. Af hvad förut i § 1 anmärktes framgår, att dessa partier fortfarande skola betraktas som två gallerverk, som gripa oändligt in i hvarandra och ha sina ytor belagda med magnetiska lager, som delvis förtaga det ena partiets verkan för det andra. Häraf skall då ock följa, att en tillfällig ändring af det ena partiets magnetism endast i en lägre grad frambringar en ändring i det andra partiets motsatta magnetism, dock så att en ökning af det förras magnetism medför i någon grad äfven ökning af det andras motsatta magnetism, en minskning i det förras äfven en minskning i det senares.

Härpå skulle, synes det mig, så som jag i det följande närmare skall förklara, vissa kroppars förmåga att vrida polarisationsplanet för infallande rätlinigt polariseradt ljus bero.

20. I en serie afhandlingar i Öfversikten af Sv. Vetenskapsakademiens Förhandlingar och i Bih. till Handlingarne åren 1893—1897 *) har jag mycket sysselsatt mig med frågan om solens och jordens magnetism. Den senare anser jag vara alstrad af den förra, och jag anser vidare, att af solmagnetism kunna särskiljas två slag. Det ena slaget gör solen likformigt magnetiserad parallellt med dess rotationsaxel, det andra slaget magnetism öfvertäcker solytan med ett transverselt magnetiskt dubbellager med konstant moment. Denna senare magnetism skulle bero på likformigt öfver ytan utbredda, å densamma i infinitesimala ovaler kretsande elektriska strömmar. Dessa strömmar bemärkas i första hand genom ljus och värme, och det blir särskildt för kroppar med egen rörelse i förhållande till solen som magnetisk verkan från de senare strömmarne kan iakttagas, då nämligen städse verkningarne från strömmarne på den bortvända delen af solytan skola yttra sig på ett gifvet föremål senare än verkningarne från strömmarne på de åt samma föremål

*) Härför har jag i största korthet redogjort i afd. II af »Elektrische und Magnetische Theorien» Lunds Univ. Årsskr. B. 34 (1898).

vända delar af samma yta *). Men hvarje kropp, som utsänder ljus eller värme, har likartade magnetiska karakterer och får därmed på omgifningen ett motsvarande inflytande. Detta gällde de magnetiska karaktererna. De termiska karaktererna hos sol och jord äro af samma slag **). Och detsamma må bli fallet med andra värmekällor, som därför gentemot en annan kropp presentera sig som i riktning ditåt termiskt polariserade. I någon grad alltid kan en vanlig värmekälla därför enligt föregående artikel verka deplacerande af en lösnings två molekulgebit i deras förhållande till hvarandra, särskildt åstadkomma deplacering åt värmekällan till.

21. Ett annat slag af förskjutning, än den senast nämnda, som var framkallad af en förhanden varande ljus- eller värmekälla, och som bortgår, då denna senare aflägsnas, kan tänkas frambrakt af de termiska strömmar i jorden, hvilkas axlar äro parallella med axeln för jordens permanenta magnetism ***). En sådan förskjutning kan tänkas framkallad hos kvartsen i flytande tillstånd vid dess bildning inom jorden. Då samma förskjutning vid stelningen stannar kvar, blir det den som föranleder, att polarisationsplanet för rätlinigt polariseradt ljus vrides åt ett bestämdt håll, när ljuset infaller i gifven riktning.

Om de två molekulsystemen i kvarts, som af nämnda orsak ha fått i en bestämd riktning en fast förskjutning mot hvarandra, betecknas med A och B, och vi tänka oss därutanför i linie med förskjutningen, men på ömse sidor om kvartsstycket, två punkter a och b, samt att A sträcker sig öfver B åt a till, så skall B sträcka sig lika mycket öfver A åt b till. Och då nu molekulerna i A äro motsatt orienterade mot dem i B, dock alla parallelt med ab-linien, så kommer kvartsstycket att presentera sig lika i magnetiskt och i termiskt hänseende för a som för b.

22. En elektrisk rörelse, som fortplantar sig till en kropp af den här antagna sammansättningen af två motsatt orienterade molekulsystem, som fått en förskjutning relativt hvarandra, verkar långt ifrån lika direkt på båda systemen. Om t. ex. det blir fråga om verkan af en sådan elektrisk rörelse som ljus, som från stället a, som betraktades i slutet af förra artikeln, fortplantas till där nämnda kvartsstycke (A, B), så blir det A, som af ljuset afficieras direkt, och B afficieras endast genom induktion från A. Om kvartsstycket omkastas eller om det är från b som ljus insläppes, så är det i stället B, och ej A, som afficieras direkt. Men på grund af A:s och B:s karakterer inbördes kommer då ljuset från a att för en åskådare i b presentera sig på samma vis förändradt, som ljuset från b skall presentera sig förändradt för en åskådare i a. Härom närmare i art. 27.

---

*) Bih. till K. Sv. Vet. Ak. Handl. B. 20, II, 1894 s. 3, 5 (art. 29), 20.
**) Bih. till K. Sv. Vet. Ak. Handl. B. 21, I, 1895 s. 11, 13, 16.
***) Jfr. Bih. B. 20, I, N. 2 s. 20 och Bih. B. 21, I, s. 11.

23. Då vi uppfatta ljusrörelsen som en elektrisk rörelse, utveckla vi dess närmare konsekvenserna af det nyss nämnda på sätt som följer, under användning af de MAXWELL'ska formlerna för de elektriska strömmarne *).

Vi beteckna strömkomponenterna i punkten (x, y, z) med u, v, w; komponenterna af den elektriska kraften sammastädes med P, Q, R; potentialen af befintliga elektriska massor med ψ; komponenterna af den magnetiska induktionen med a, b, c; koefficienten för elektriska ledningsförmågan med k; dielektricitetskonstanten med K; magnetiseringskonstanten med μ samt ljusets fortplantningshastighet med A.

De MAXWELL'ska formlerna uttryckas då på följande sätt i ett Cartesiskt axelsystem, där axlarne äro så orienterade, att från positiva X-axeln vridningen 90° från positivt Y till positivt Z skulle synas gå i motsatt riktning mot hvad visaren på ett ur går; och äfvenså skulle vridningarne 90° från positivt Z till positivt X och från positivt X till positivt Y synas från positiva Y- resp. positiva Z-axeln riktade på lika vis, alltså försiggå från höger till venster, från punkter på nämnda positiva axlar sedt:

$$(48)\qquad \begin{cases} u = \left(k + \dfrac{K}{4\pi A^2}\dfrac{d}{dt}\right)P, \\ v = \left(k + \dfrac{K}{4\pi A^2}\dfrac{d}{dt}\right)Q, \\ w = \left(k + \dfrac{K}{4\pi A^2}\dfrac{d}{dt}\right)R; \end{cases}$$

$$(49)\qquad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0;$$

$$(50)\qquad \begin{cases} P = c\dfrac{dy}{dt} - b\dfrac{dz}{dt} - \dfrac{\partial F}{\partial t} - \dfrac{\partial \psi}{\partial x}, \\ Q = a\dfrac{dz}{dt} - c\dfrac{dx}{dt} - \dfrac{\partial G}{\partial t} - \dfrac{\partial \psi}{\partial y}, \\ R = b\dfrac{dx}{dt} - a\dfrac{dy}{dt} - \dfrac{\partial H}{\partial t} - \dfrac{\partial \psi}{\partial z}; \end{cases}$$

$$(51)\qquad \begin{cases} a = \dfrac{\partial H}{\partial y} - \dfrac{\partial G}{\partial z}, \\ b = \dfrac{\partial F}{\partial z} - \dfrac{\partial H}{\partial x}, \\ c = \dfrac{\partial G}{\partial x} - \dfrac{\partial F}{\partial y}; \end{cases}$$

*) I min afhandling »Ueber die magneto-optischen Erscheinungen» i B. 1 (1903) af K. Sv. Vetenskapsakademiens Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik har jag gifvit *i allt väsentligt*, förutom annat, den användning af MAXWELL's formler, som nu skall följa.

$$(52)\quad \begin{cases} \Delta^2 F - \dfrac{\partial J}{\partial x} = -4\pi\mu u, \\ \Delta^2 G - \dfrac{\partial J}{\partial y} = -4\pi\mu v, \\ \Delta^2 H - \dfrac{\partial J}{\partial z} = -4\pi\mu w, \\ J = \dfrac{\partial F}{\partial x} + \dfrac{\partial G}{\partial y} + \dfrac{\partial H}{\partial z}. \end{cases}$$

Af hvad som utvecklades i art. 27, 28 af »Sammanhanget etc.» skulle följa om de partiklar i en strömbana, som icke dissocieras, att de af strömmen förflyttas i dess positiva riktning, förutsatt om denna ström, att den utgöres i samma grad af förtätade som af förtunnade etervågor, de ena gående i motsatt riktning mot de andra. *I detta fall finge vi då skrifva för en skenbart stillastående metallisk kropp:*

$$(53)\quad \frac{dx}{dt} = \varkappa u,\ \frac{dy}{dt} = \varkappa v,\ \frac{dz}{dt} = \varkappa w,$$

$\varkappa$ *positivt*. För en oledare, en diamagnetisk kropp, bruka vi äfven ekvv. (53), men med $\varkappa$ *negativt*. I hvarje fall är $\varkappa$ mycket litet, och detta får till följd, att i (48) vi må skrifva $\frac{\partial}{\partial t}$ i st. f. $\frac{d}{dt}$. När ρ är tätheten (å stället (x, y, z)) för den fria elektriciteten, så

$$\Delta^2\psi = -4\pi\rho,$$

och vi sluta af (48) samt efterföljande ekvationer, att

$$\Delta^2 u = \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\Delta^2 P$$
$$= \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(\Delta^2\,[\varkappa\,(cv - bw)] - \frac{\partial^2 J}{\partial x \partial t} + 4\pi\mu\,\frac{\partial u}{\partial t} + 4\pi\,\frac{\partial \rho}{\partial x}\right),$$

eller:

$$(54)\quad \Delta^2 u = \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left\{\varkappa\Delta^2\,(cv - bw) + 4\pi\mu\,\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial J}{\partial t} - 4\pi\rho\right)\right\}.$$

Men enligt (49):

(55)

$$\left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left\{\varkappa\frac{\partial}{\partial x}(cv - bw) + \varkappa\frac{\partial}{\partial y}(aw - cu) + \varkappa\frac{\partial}{\partial z}(bu - av) - \frac{\partial J}{\partial t} + 4\pi\rho\right\} = 0\,^{*}).$$

---

*) Om vi utmärka med X, Y, Z komponenterna af den elektromagnetiska kraft, som utöfvas på (u, v, w), så kunna vi skrifva (55) under formen:

$$\left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(\varkappa\left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}\right) - \frac{\partial J}{\partial t} + 4\pi\rho\right) = 0.$$

Om därför vi införa Ω genom ekvationen:

$$\Omega = \frac{\partial}{\partial x}(cv - bw) + \frac{\partial}{\partial y}(aw - cu) + \frac{\partial}{\partial z}(bu - av)\,^{*}), \tag{56}$$

så sluta vi af (54) och (55) efter elimination af J, att:

$$\Delta^2 u = \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial u}{\partial t} + \varkappa\Delta^2(cv - bw) - \varkappa\frac{\partial\Omega}{\partial x}\right), \tag{56'}$$

och häraf genom allenast bokstafspermutation:

$$\Delta^2 v = \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial v}{\partial t} + \varkappa\Delta^2(aw - cu) - \varkappa\frac{\partial\Omega}{\partial y}\right), \tag{56''}$$

$$\Delta^2 w = \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial w}{\partial t} + \varkappa\Delta^2(bu - av) - \varkappa\frac{\partial\Omega}{\partial z}\right). \tag{56'''}$$

24. Af de termer, som innehålla $\varkappa$ som faktor, äro endast de att behålla, i hvilka samtidigt något osedvanligt stort värde för a eller b eller c ingår, ty $\varkappa$ är i hvarje fall mycket litet. Vi vilja särskildt anteckna formen för ofvanstående ekvation i det fall, att en mycket stor magnetisk kraft existerar, som öfverallt i de kroppar, hvilka föreligga till betraktelse, *har samma riktning och bevarar denna lika alla tider*. När vi taga Z-axeln i denna krafts riktning, så skrifva vi i (56) $a = b = 0$, $c = C$ **), och vi finna då:

$$\tag{57}\left\{\begin{aligned}
\Delta^2 u &= \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial u}{\partial t} + \varkappa\Delta^2(Cv) - \varkappa\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial}{\partial x}(Cv) - \frac{\partial}{\partial y}(Cu)\right)\right),\\
\Delta^2 v &= \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial v}{\partial t} - \varkappa\Delta^2(Cu) - \varkappa\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial}{\partial x}(Cv) - \frac{\partial}{\partial y}(Cu)\right)\right),\\
\Delta^2 w &= \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial w}{\partial t} - \varkappa\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial}{\partial x}(Cv) - \frac{\partial}{\partial y}(Cu)\right)\right),\\
&\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.
\end{aligned}\right.$$

I det följande antaga vi dessutom C till storleken konstant, oberoende af x, y, z, t, och finna då för den elektriska strömningen i en kropp med konstanta k, K, $\varkappa$ och μ följande ekvationer:

$$\tag{58}\left\{\begin{aligned}
\Delta^2 u &= \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial u}{\partial t} + \varkappa C\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y}\right)\right),\\
\Delta^2 v &= \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial v}{\partial t} + \varkappa C\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z}\right)\right),\\
\Delta^2 w &= \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial w}{\partial t} + \varkappa C\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right)\right),\\
&\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.
\end{aligned}\right.$$

*) Eller: $\Omega = \frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}$.

**) $\frac{C}{\mu}$ är då storleken af den magnetiska kraften.

25. Dessa formler skola vi tillämpa på de i artt. 21, 22 omnämnda molekulsystemen, *från hvilkas ovalströmmar krafter C/μ komma, som för hvartdera systemet kunna betraktas som konstanta, och äro af samma storlek för båda systemen, men af motsatt riktning för dem.*

Angående A-systemet skulle sålunda i första hand det efterföljande vara att beakta.

En partikulär lösning af (58) härleda vi med lätthet, nämligen en af formen:

$$u = \text{Reell del af } \alpha e^{az+bt}$$
$$v = \text{Reell del af } \beta e^{az+bt}$$
$$w = 0.$$

Vi skola blott bestämma konstanterna så att:

$$\alpha\left(a^2 - 4\pi k\mu b - \frac{K\mu}{A^2}b^2\right) = \beta\varkappa Ca^2\left(k + \frac{K}{4\pi A^2}b\right),$$
$$\beta\left(a^2 - 4\pi k\mu b - \frac{K\mu}{A^2}b^2\right) = -\alpha\varkappa Ca^2\left(k + \frac{K}{4\pi A^2}b\right),$$

d. v. s.

$$(59)\quad \begin{cases} \alpha = \pm\beta\sqrt{-1}, \\ a^2\left(1 \pm k\varkappa C\sqrt{-1} \pm \frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}b\sqrt{-1}\right) = \frac{K\mu}{A^2}b^2 + 4\pi k\mu b. \end{cases}$$

Därför kunna icke både a och b vara reella. Mot ett värde $b = b_1 + b_2\sqrt{-1}$ svara för de två tecknen i faktorn till a^2 tvenne värden på $a^2 = (a_1 + a_2\sqrt{-1})^2$, som, när andra potensen af $\varkappa C$ försummas, bli af formen:

$$(c_1 + c_2\sqrt{-1})^2\left(1 \pm \frac{1}{2}\frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}b_2 \mp \frac{1}{2}\left(k + \frac{Kb_1}{4\pi A^2}\right)\varkappa C\sqrt{-1}\right)^2.$$

Skrifva vi:

$$a'_1 = c_1\left(1 + \frac{1}{2}\frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}b_2\right) + \frac{1}{2}c_2\left(k + \frac{Kb_1}{4\pi A^2}\right)\varkappa C,$$
$$a'_2 = c_2\left(1 + \frac{1}{2}\frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}b_2\right) - \frac{1}{2}c_1\left(k + \frac{Kb_1}{4\pi A^2}\right)\varkappa C;$$
$$a''_1 = c_1\left(1 - \frac{1}{2}\frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}b_2\right) - \frac{1}{2}c_2\left(k + \frac{Kb_1}{4\pi A^2}\right)\varkappa C,$$
$$a''_2 = c_2\left(1 - \frac{1}{2}\frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}b_2\right) + \frac{1}{2}c_1\left(k + \frac{Kb_1}{4\pi A^2}\right)\varkappa C;$$

så finna vi för de ifrågasatta partikulära strömningarne dessa uttryck:

$$(60)\quad \begin{cases} u = De^{a'_1z+b_1t}\cos(a'_2z + b_2t), \\ v = De^{a'_1z+b_1t}\sin(a'_2z + b_2t),\ w = 0 \end{cases}$$

för den ena strömningen, och

$$(61)\quad \begin{cases} u = De^{a''_1z+b_1t}\cos(a''_2z + b_2t), \\ v = -De^{a''_1z+b_1t}\sin(a''_2z + b_2t),\ w = 0 \end{cases}$$

för den andra. Det blir två cirkulära strömningar, som skulle ha uppkommit af en strömning på ytan $z=0$ sådan som denna:

(62) $$u = 2De^{b_1 t}\cos b_2 t,\quad v = 0,\quad w = 0.$$

Vi kunna tänka oss $b_1 = 0$ och få då för lineärt polariseradt ljus, som ej ändrar intensitet, ekvationer af formen (62). Dylikt ljus alstrar således i A-systemet tvenne cirkulärt polariserade ljusrörelser, motsatt polariserade och fortplantande sig med olika hastigheter $= -\frac{b_2}{a'_2}, -\frac{b_2}{a''_2}$. Differensen $\frac{a''_2 - a'_2}{b_2}$ mellan deras inverterade värden blefve

$$-\frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}c_2 + k\varkappa C\frac{c_1}{b_2},$$

men när $b_1 = 0$, $b_2 > 0$, så är

$$c_1^2 = b_2\sqrt{\frac{K^2\mu^2 b_2^2}{4A^4} + 4\pi^2 k^2\mu^2} - \frac{K\mu}{2A^2}b_2^2,$$
$$c_2^2 = b_2\sqrt{\frac{K^2\mu^2 b_2^2}{4A^4} + 4\pi^2 k^2\mu^2} + \frac{K\mu}{2A^2}b_2^2.$$

Alltså, c_1 och c_2 olika. Endast om $k=0$, blir $c_1 = 0$, och därmed äfven $a'_1 = a''_1 = 0$. Eljest a'_1 och a''_1 olika. När icke k försvinner, men $K=0$, så blir $c_1 = c_2$ och $a'_1 = a''_2$, $a''_1 = a'_2$. Att man måste för a'_2 och a''_2 bruka deras negativa värden, när rörelsen fortplantas utmed positiva Z-axeln, såsom fallet blir, när ljuset (62) infaller i denna riktning, är tydligt af formen för argumenten för sinus- och cosinusfunktionerna i (60) och (61). Men däraf följer sedan, att för c_1 och c_2 skola brukas endast deras negativa värden, och därmed äfvenså, att a'_1 och a''_1 skola vara negativa.

26. När $k=0$, blir det lättast att öfverse de inträdande förhållandena. Rätlinigt polariseradt ljus (62) med $b_1 = 0$ fortplantas då genom A i form af cirkulärt polariseradt ljus af två slag, det ena med vridning af polarisatinnsplanet åt venster det är ljuset (60):

(63) $$u = D\cos(a'_2 z + b_2 t),\quad v = D\sin(a'_2 z + b_2 t),\quad w = 0,$$

det andra vridande polarisationsplanet i motsatt led, det är ljuset (61):

(64) $$u = D\cos(a''_2 z + b_2 t),\quad v = -D\sin(a''_2 z + b_2 t),\quad w = 0.$$

Emedan a'_2 och a''_2 äro olika, nämligen

$$a'_2 = c_2\left(1 + \frac{1}{2}\frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}b_2\right),\quad a''_2 = c_2\left(1 - \frac{1}{2}\frac{K\varkappa C}{4\pi A^2}b_2\right),\quad c_2 = \frac{\sqrt{K\mu}}{A}b_2,$$

komma dessa två ljusrörelser att fortplanta sig med olika hastigheter och skola

därför vid sitt utträde från A-systemet sammansätta sig till rätlinigt polariseradt ljus med svängningsplanet vridet från svängningsplanet för (62) vinkeln

$$(65) \qquad \frac{1}{2}(a'_2 - a''_2)\,d = -\frac{1}{2}\frac{K\varkappa C}{4\pi A^3}\sqrt{K\mu}\,b_2^2 d,$$

när med d utmärkes A-systemets längd, räknad utmed Z-axeln. Man finner nämligen vid ljusets utträde, där $z = d$, då vid inträdet vi hade $z = 0$:

$$u = D(\cos(a'_2 z + b_2 t) + \cos(a''_2 z + b_2 t)) = 2D\cos\frac{1}{2}(a'_2 - a''_2)\,d\cos\left(\frac{1}{2}(a'_2 + a''_2)\,d + b_2 t\right),$$

$$v = D(\sin(a'_2 z + b_2 t) - \sin(a''_2 z + b_2 t)) = 2D\sin\frac{1}{2}(a'_2 - a''_2)\,d\cos\left(\frac{1}{2}(a'_2 + a''_2)\,d + b_2 t\right),$$

hvaraf just framgår uttrycket (65) för den ifrågavarande vinkeln. Vi få emellertid detta uttryck positivt, när $\varkappa$ är negativt. Då kommer, i den magnetiska kraftens riktning sedt, vridningen af polarisationsplanet att försiggå från venster åt höger. För ljusrörelsen ha vi naturligtvis efter dess utträde ur A formlerna:

$$u = 2D\cos\frac{1}{2}(a'_2 - a''_2)\,d\,.\,\cos b_2\left(t - \frac{z-d}{A} + \frac{\sqrt{K\mu}}{A}d\right),$$

$$v = 2D\sin\frac{1}{2}(a'_2 - a''_2)\,d\,.\,\cos b_2\left(t - \frac{z-d}{A} + \frac{\sqrt{K\mu}}{A}d\right),$$

med A i samma betydelse som förut af fortplantningshastighet för ljuset i det kroppen omgifvande mediet.

27. Om L och L' äro två kroppar, som båda ha karakter af dielektrika, och af dem L har form af en cylinder och L' af ett hölje däromkring, dock med sitt öfre basstycke täckt af en utviken kant af L, och i deras gemensamma axelriktning ljus skickas utifrån till L, och detta ljus är rätlinigt polariseradt, och vidare L är, i likhet med i föregående artiklar betraktade A-system, likformigt magnetiskt i axelns riktning, och L' är äfvenledes likformigt magnetiskt, men i motsatt riktning mot L, och i öfrigt lika konstitueradt som L, så finna vi för det första de två cirkulärt polariserade ljusrörelserna (63) och (64) i L, och häraf kommer sedan induceradt ljus i L'. Hvad detta senare beträffar, bör jag måhända först anmärka, att en periodisk elektrisk ström i L, sådan som (63) eller (64), uppväcker en lika riktad ström i L', när L' är ett dielektriskt hölje omkring L, då däremot en ström uppväckes i motsatt riktning, när L' är en fullkomlig ledare. Enligt ekvv. (48)—(52). Men vi ha antagit, att L' är ett dielektriskt hölje omkring L, och nu antaga vi vidare, att L' ej träffas direkt af ljus från samma ljuskälla, som sände det antagna ljuset till L. Alltså måste i förevarande fall strömmen (63), medan den med hastigheten $-\frac{b_2}{a'_2}$ fortplantar sig längs axeln för L, framkalla i L' en hel serie strömmar, nämligen i hvart och ett af sina lägen framkalla strömmar med samma

riktning för sin cirkulation som gäller för (63), men fortplantande sig hvar särskild med hastigheten $\mp \frac{b_2}{a''_2}$. Vi erhålla därmed af (63) dels strömmar i L', som fortplanta sig med hastigheten $-\frac{b_2}{a'_2}$ längs den för L och L' gemensamma axeln, och dels sådana strömmar, som fortplanta sig i samma riktning i L' med hastigheten $-\frac{b_2}{a''_2}$, alla kretsande i samma riktning, nämligen i samma riktning som strömmen (63). Af de samtidigt med (63) förhandenvarande strömmarne (64) i L induceras i L' strömmar, likriktade med (64) och alltså kretsande motsatt mot de förra, som härrörde från (63), men med samma fortplantningsriktningar och fortplantningshastigheter som dessa och därmed neutraliserande dem. *Därför skola vi nu icke finna i L' några kretsformiga ljusrörelser fortgående i samma riktning som de förutnämnda i L.* Därför, äfven om L' täcker L nedantill genom en utviken kant, kan L' icke neutralisera eller återställa den vridning af ljusets polarisationsplan, som ljusrörelsen i L vid sitt utträde därifrån (enligt slutet af förra artikeln) skall förete.

28. Antag nu, att en kropp föreligger, som är så sammansatt som en af de i början betraktade lösningarne, d. v. s. består af två molekulsystem A och B, båda bildade af molekuler af samma slag och orienterade, visserligen lika i samma system, men motsatt mot hvarandra i båda systemen, och antag vidare, att A-systemet erhållit en förskjutning gentemot B-systemet parallellt med molekulaxlarne, så skall kroppen i det fall, att den har fast form, blifva af samma beskaffenhet som kvartsen är enligt den i art. 21 gifna förklaringen. Och allteftersom A:s molekuler (ab) ha sina elektriska strömmar kretsande åt höger, från a sedt, eller åt venster, — och B-molekulerna förhålla sig i hvarje fall på precis samma sätt, ha endast ab-riktningen motsatt mot A-molekulernas, — så är kvartsen af det högereller venstervridande slaget, hvilket skall framgå omedelbart af det följande. (Obs., $\varkappa$ antages här vara negativt för dessa genomskinliga kroppar).

I den antagna kroppen äro A och B förenade likt två gallerverk, som oändligt tätt ingripa i hvarandra. Om rätlinigt polariseradt ljus (62) (med $b_1 = 0$) infaller på kroppen i riktningen för A:s molekulers axlar, och alltså parallellt med förskjutningen mellan A och B, samt A:s förskjutning är riktad mot ljuskällan, så kommer A att skydda B för direkt inverkan af ljuset (62). Det inre af A och B är mest likt en samling af upptill hvarandra ställda och med hvarandra blandade stafvar, och då framgår af föregående artikel, att den i A af (62) uppväckta ljusrörelsen icke föranleder något ljus af motsvarande styrka i så mycket af B, som finnes tillsammans med A, utan endast i den oändligt lilla del af B, som skjuter ut nedanför A. Då kroppen (A, B) har fast form, så måste, när den helt omkastas, A och B växla både ställning och karakter gentemot ljuskällan, så att därför den ljusrörelse, som (62) uppväcker i kroppen, blir i alla afseenden densamma som

förut. Polarisationsplanet vrides på samma vis åt samma håll i båda ställningarne af kroppen.

I fall i kroppens första ställning strömmarne för A:s och B:s molekuler skulle kretsat i motsatt riktning mot förut, så skulle äfven ljusets polarisationsplan vridits åt motsatt håll mot förut. (Ty C hade då ändrat tecken (art. 26)).

Jag behöfver nu blott hänvisa till artt. 19—21 för att förklara, hvarför jag anser vissa kroppars egenskap att vrida polarisationsplanet för ljuset vara grundad å ena sidan på dessa kroppars sammansättning af två molekulsystem, likt hvad allmänt gäller för lösningen af sammansatta kroppar, och grundad å andra sidan på en förskjutning af molekulsystemen gentemot hvarandra, denna förskjutning antingen konstant, såsom då kroppen är fast och kristallinisk, eller också förorsakad tillfälligtvis af ljuskällan. På förskjutningar af detta senare slag skulle t. ex. socker-lösningars såväl som många andra lösningars förmåga att vrida polarisationsplanet för ljuset bero.

Innehåll.

Résumé du mémoire précédent sur les caractères magnétique et optique des dissolutions.

Dans le memoire qui précède on trouve des développements qui serviront à compléter les considérations sur l'état des dissolutions des corps que j'ai publiées dans mes mémoires antérieurs sur ce sujet dans les trois tomes précédents de ce journal. On y trouve tous les fondements des théories dont je vais parler ici.

I.

1. Soit K un corps solide composé de couples de molécules (ab) et (ba), placées l'une à côté de l'autre mais opposées en ce qui regarde les directions de leurs axes du pôle a au pôle b. S'il est dissout dans un liquide R, il remplira l'espace de ce liquide *et* par des couples de molécules (ab, ba), *et* par des molécules libres de deux genres, ab et ba, celles de l'un des genres toujours dirigées contrairement à celles de l'autre, *et* enfin par des ions séparés a et b. Les couples de molécules (ab, ba) forment un grillage, et de même le font les molécules libres de chacun des deux genres ab et ba. Et les trois grillages ainsi formés sont presque partout impliqués les uns dans les autres de telle façon, qu'en remplaçant dans le calcul chaque grillage par un corps de simple connexion, on en aurait à regarder chacun comme remplissant seul tout l'espace R. Cela arrivera aussi pour les ions séparés a et b. Nous considérerons d'abord ces derniers grillages et nous en parlerons comme de systèmes de a et de b. On pourrait regarder l'énergie de chacun de ces ions comme d'une part électromagnétique et d'autre part électrostatique, et pour cette derniere énergie on aurait la valeur $\bar{k}_m T$, en désignant par T la température absolue et par $\bar{k}_m$ la constante 2 gr. cal. pr gr. mol. Cela entraîne la conception des systèmes des a et des b comme constituant deux conducteurs électriques en contact l'un avec l'autre, ayant la somme de leurs potentiels électriques dans le système des a constamment égale à $\frac{2\bar{k}_m T}{e}$ et dans celui des b constante aussi mais égale à $-\frac{2\bar{k}_m T}{e}$. L'énergie potentielle électrique d'un ion a comme d'un ion b recevra ainsi, comme nous l'avons dit plus haut, la même valeur $\bar{k}_m T$.

Pour les deux grillages formés des molécules *ab* et *ba* des deux genres, nous trouvons des lois semblables. Remarquons seulement que les courants électriques qui entourent les molécules, jouent ici le même rôle, que nous avons vu faire auparavant, pour les ions, leurs charges électriques, et nous entendons que des potentiels magnétiques remplacent ici les potentiels électrostatiques des ions. L'énergie potentielle magnétique d'une molécule *ab* ou celle d'une *ba* reçoit aussi la valeur $k_{\overline{m}}T$, c'est à dire la même valeur que l'énergie potentielle électrique d'un ion *a* ou celle d'un *b*. En exprimant le moment magnétique d'une molécule *ab* par iv et le coefficient d'aimantation de la dissolution dans R par λ, on aura l'énergie potentielle magnétique de la molécule égale à $\frac{1}{2}\frac{i^2v}{\lambda}$.

Quand une molécule se divise en des ions, son courant électrique se change en des couches magnétiques des mêmes ions, et c'est de cela que dépendent les énergies électromagnétiques de ceux-ci.

2. Soient R et R' deux liquides, mis en contact, et soit une dissolution du corps K répartie entre eux. Là nous avons aussi à distinguer entre des grillages des ions *a* et *b* et des grillages des molécules *ab* et *ba*, et enfin d'un grillage des couples de molécules (*ab*, *ba*). Quant aux grillages des ions *a* et *b*, il s'en trouve quatre en tout, à savoir deux dans R et deux dans R'. Cependant, l'énergie d'un ion n'est pas si simplement composée d'énergies magnétique et électrique ici, que dans le cas précédent où R' manque. Car ni dans R ni dans R' autant d'ions des deux sortes ne se trouvent, et pour cela il y reste encore pour chaque ion une autre énergie, d'une part calorique et d'autre part cinétique. En outre, c'est dans le surplus des ions de l'une des sortes dans R et de l'autre dans R' qu'aura son origine la différence électrique entre les dissolutions de K dans R et R'. Dans l'ensemble de R et R', le nombre de tous les *a* sera évidemment le même que le nombre de tous les *b*.

Mais on ne saurait calculer la valeur de la différence électrique entre les dissolutions en R et en R' sans connaître le rapport des pressions osmotiques excercées par les molécules de K en repos dans R et R', ou, ce qui revient au même, le rapport des concentrations des dissolutions de K dans R et R'. Ce rapport étant connu, ainsi que le rapport des vitesses de translation de *a* et de *b*, on trouvera d'abord la différence électrique en question, ensuite les charges électriques de R et de R' et enfin la distribution sur ces régions aussi bien des ions *a* et *b* que des molécules simples *ab* et *ba*. Je reproduirai ici d'après les articles 15—17 du mémoire précédent les formules qui s'y rapportent. En désignant par m et m_1 les nombres des molécules composées de couples (*ab*, *ba*) en repos dans R et R'; par m' et m'_1 les nombres des molécules libres *ab*; par m'', m''_1 les nombres des molécules libres *ba*; par n', n'_1 les nombres des *a*-ions libres et par n'', n''_1 les nombres des *b*-ions libres dans les mêmes liquides R et R' respectivement, dont les volumes soient V et V', et enfin par σ, σ' les limites de pression correspondant à la tem-

pérature donnée T, des molécules composées (ab, ba) et des molécules simples ab ou ba respectivement, nous aurons

$$m\sigma V' = m''m'_1 \overline{km} T \text{ ou } m\sigma V' = m'm''_1 \overline{km} T,$$
$$m_1 \sigma V = m''_1 m' \overline{km} T \text{ ou } m_1 \sigma V = m'_1 m'' \overline{km} T,$$
$$m' \sigma' V' = n' n''_1 \overline{km} T,$$
$$m'' \sigma' V = n'_1 n'' \overline{km} T,$$
$$m'_1 V = m'' V', \quad m''_1 V = m' V',$$
$$n' + n'_1 = n'' + n''_1,$$
$$m + m_1 + \frac{1}{2}(m' + m'_1 + m'' + m''_1) + \frac{1}{4}(n' + n'_1 + n'' + n''_1) = \mu,$$

$\mu =$ le nombre des molécules dissoutes de K. Ce nombre connu, ainsi que le rapport $\frac{m}{V} : \frac{m_1}{V'}$ des concentrations des dissolutions de K en R et en R', on calculera, comme nous venons de dire, la charge électrique de R, qui sera égale à $(n' - n'')e$. Voilà les formules dont nous aurions besoin pour obtenir les valeurs de m, m_1, m', m'', m'_1, m''_1, n', n'', n'_1, n''_1. ($\overline{km} = 2$ gr. cal. pr gr. mol.).

3. Quant à l'énergie magnétique d'une molécule libre (ab), il faut surtout remarquer ce qui suit. Le moment magnétique d'une molécule, exprimé par iv, garde sa valeur tant que la température ne change pas. On aurait du reste $iv = Jv\sqrt{2\pi\rho_0}$, en désignant le moment calorique de la molécule par Jv. Dans la notation du n:o précédent et dans le cas y traité on mettrait le moment magnétique de l'unité de volume de R égal à $iv \frac{m' - m''}{V}$, disons-nous égal à i', et on trouverait pour le moment magnétique de l'unité de volume de R' numériquement la même valeur, mais les axes magnétiques des deux dissolutions ont des directions contraires. Si nous désignons le potentiel magnétique de l'ensemble de R et de R' par U, nous obtiendrons l'énergie potentielle magnétique d'une molécule ab en R sous la forme $iv \frac{dU}{di}$, et ainsi égale à $-iv \frac{i'}{\lambda}$ ou $-\frac{(iv)^2}{\lambda} \frac{m' - m''}{V}$, ce qui est la même énergie qu'autrefois j'avais désignée dans mon mémoire sur la dissolution des corps par $/^s jS$. Ici le coefficient d'aimantation de la dissolution de K en R est représenté par λ. Pour une molécule ba en R l'énergie correspondante était $-/^s jS$. Le rapport entre $/^s jS$ et $/^{s'} jS$ serait conséquemment égal à $\frac{\lambda'}{\lambda}$, λ' étant le coefficient d'aimantation de la dissolution de K en R'.

II.

Dans mon mémoire sur l'affinité des pressions osmotique et électrique dans »Lunds univ. Årsskrift N. F., Afd. 2, B. 1, N. 1» je m'étais occupé de la théorie des élements galvaniques de concentration, et pour leurs différences électriques

j'avais déduit une formule que j'avais citée comme découverte par M. Nernst. Mais je m'étais mépris sur les signes de ces différences. Cela entraîne avec nécessité une correction dans l'hypothèse que j'avais proposée au sujet des oscillations des ions a et b qui à cause de leurs distributions sur les deux dissolutions de concentrations différentes de K, constituant l'élement galvanique en question, donnent naissance à la différence électrique de cet élement. J'avais supposé, que les vitesses d'oscillation $\Delta h'$, $\Delta h''$ de ces ions obéissent aux lois:

$$\Delta h' = -4\pi\varkappa h' \sin nt, \quad \Delta h'' = +4\pi\varkappa h'' \sin nt,$$

en exprimant par h' et h'' les vitesses de translation des mêmes ions a et b respectivement, et par $2\pi : n$ la période des pulsations harmoniques communes pour eux comme pour la molécule ab, mais dépendant d'ailleurs et de la température et de la pression. Mais si le caractère galvanique de la couple des deux dissolutions de K en R et en R' *ne résulte que de l'inégalité de leurs concentrations* et d'aucune manière d'un transport de chaleur extérieure, nous devons plutôt avoir:

$$\Delta h' = -4\pi\varkappa h'' \sin nt, \quad \Delta h'' = +4\pi\varkappa h' \sin nt,$$

et alors nous obtiendrons la formule de M. Nernst avec le vrai signe que lui a donné son auteur. En outre, nous trouvons la même valeur pour $\varkappa$ en R et en R'. Voir p. 19 du mémoire.

Ensuite ce même principe, que *l'électricité de contact de deux corps ne provient que de l'inégalité des pressions osmotiques des corps et de leur constitution chimique*, a été appliqué à d'autres cas assez généraux, en particulier à l'élément galvanique de Daniell, et en conséquence de ces développements nous avons remarqué, que la loi de Volta, énoncée pour des conducteurs électriques du premier ordre, présuppose l'existence de couches de liquides, si minces qu'elles soient, séparant ces corps. Voir le § 2 du mémoire.

III.

Après les développements faits dans le § 4 du mémoire, le pouvoir de quelques corps transparents de tourner le plan de polarisation de la lumière passante, dépendra de ce qu'ils contiennent deux séries de molécules ab et ba, de même façon que nous avons dit des dissolutions de K au commencement de ce résumé, mais ici il faut qu'une des deux séries de molécules soit déplacée un peu relativement à l'autre. À cause de sa petitesse tel déplacement ne donnera lieu à aucune action magnétique dans l'espace extérieur, mais chaque ébranlement magnétique dans cet espace arrivant à un des corps, se propage par lui et s'y transforme à peu près comme si la série des molécules qui se trouve la plus rapprochée à l'origine de l'ébranlement magnétique, en serait influée à elle seule. La lumière consiste en des oscillations ou des tourbillons magnétiques, et *pour cela chacun des corps en question aura sur la lumière un effet, comme s'il eût été magnétisé dans la direction*

des axes de ses molécules ab ou ba. Ce magnétisme découle des courants électriques qui entourent les molécules de la série la plus rapprochée à la source de la lumière. D'où on tire des conséquences au moyen des formules célèbres de MAXWELL concernant les courants électriques. Ces formules, on les trouve dans l'article 23 du mémoire un peu complétées par les équations:

$$\frac{dx}{dt} = \varkappa u, \quad \frac{dy}{dt} = \varkappa v, \quad \frac{dz}{dt} = \varkappa w, \tag{1}$$

qui expriment, que les particules d'un corps traversé par un courant électrique, se meuvent au long du courant, si $\varkappa$ est positif, mais contre lui, si $\varkappa$ est négatif, un fait dont j'ai parlé aussi au § 6 de mon mémoire sur l'affinité des pressions osmotique et électrique. Voici les formules obtenues sur ce sujet:

$$\begin{cases} \Delta^2 u = \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial u}{\partial t} + \varkappa\Delta^2(cv - bw) - \varkappa\frac{\partial\Omega}{\partial x}\right), \\ \Delta^2 v = \left(\qquad\qquad\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial v}{\partial t} + \varkappa\Delta^2(aw - cu) - \varkappa\frac{\partial\Omega}{\partial y}\right), \\ \Delta^2 w = \left(\qquad\qquad\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial w}{\partial t} + \varkappa\Delta^2(bu - av) - \varkappa\frac{\partial\Omega}{\partial z}\right), \end{cases} \tag{2}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \tag{3}$$

$$\Omega = \frac{\partial}{\partial x}(cv - bw) + \frac{\partial}{\partial y}(aw - cu) + \frac{\partial}{\partial z}(bu - av), \tag{4}$$

où les axes des x, y et z sont orientés de telle manière, qu'en se plaçant auprès de l'axe des x positifs, on verra la rotation de 90° de y positif à z positif dirigée de droite à gauche, et de même les rotations de z à x et de x à y, vues des axes des y et des z positifs, se présenteront dirigées de droite à gauche. Les autres lettres des formules auront les sens suivants: u, v, w seront composantes au point (x, y, z) du courant total rapporté à l'unité de la section transversale; a, b, c composantes de l'induction magnétique au même point, k coefficient de conductibilité électrique, μ celui d'aimantation, K constante diélectrique et enfin A vitesse de propagation de la lumière dans l'air. Quant à la constante $\varkappa$, introduite par les équations (1), nous l'aurons positive pour des conducteurs et négative pour des diélectriques.

Dans le cas qui nous occupe, nous pouvons mettre $a = 0$, $b = 0$, c constant, et alors les équations ci-dessus prennent des formes encore plus simples, savoir les formes suivantes:

$$\begin{cases} \Delta^2 u = \left(k + \frac{K}{4\pi A^2}\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial u}{\partial t} + \varkappa c\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y}\right)\right), \\ \Delta^2 v = \left(\qquad\qquad\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial v}{\partial t} + \varkappa c\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z}\right)\right), \\ \Delta^2 w = \left(\qquad\qquad\right)\left(4\pi\mu\frac{\partial w}{\partial t} + \varkappa c\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right)\right), \end{cases} \tag{5}$$

(6) $$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0.$$

Considérons un diélectrique transparent pour lequel $k=0$ et dont toutes les molécules (ab) ont leurs axes ab dirigés dans le même sens que l'axe des z positifs, et supposons qu'il soit exposé à de la lumière polarisée dans l'air parallèlement à l'axe des x et se propageant parallèlement à l'axe des z positifs, — ce soit à la place $z=0$ la lumière:

(7) $$u=\alpha\cos nt,\quad v=0,\quad w=0;$$

cette lumière en traversant le corps va se diviser en deux mouvements circulaires qui s'y propagent avec des vitesses différentes. Ces mouvements sont donnés par les équations suivantes, déduites comme des conséquences nécessaires de (5), (6) et (7):

(8) $$u=\frac{1}{2}\alpha\cos(a'_s z+nt),\quad v=\frac{1}{2}\alpha\sin(a'_s z+nt),\quad w=0,$$

et

(9) $$u=\frac{1}{2}\alpha\cos(a''_s z+nt),\quad v=-\frac{1}{2}\alpha\sin(a''_s z+nt),\quad w=0,$$

où

$$a'_s=\frac{\sqrt{K\mu}}{A}n\left(1+\frac{1}{2}\frac{K\varkappa c}{4\pi A^3}n\right),$$
$$a''_s=\frac{\sqrt{K\mu}}{A}n\left(1-\frac{1}{2}\frac{K\varkappa c}{4\pi A^3}n\right).$$

Nous en concluons tout de suite, comment la lumière (7) se présentera après sa sortie du corps. Si ce corps était cylindrique et de la longueur d, on trouverait pour la lumière sortante les équations:

$$u=\alpha\cos\frac{1}{2}\frac{K\varkappa c}{4\pi A^3}\sqrt{K\mu}\,n^2 d\cos n\left(t-\frac{z-d}{A}+\frac{\sqrt{K\mu}}{A}d\right),$$
$$v=\alpha\sin\frac{1}{2}\frac{K\varkappa c}{4\pi A^3}\sqrt{K\mu}\,n^2 d\cos n\left(t-\frac{z-d}{A}+\frac{\sqrt{K\mu}}{A}d\right),$$
$$w=0,$$

et cela nous montre, que cette lumière est polarisée rectiligne, mais dans une direction inclinée à celle de polarisation de la lumière incidente (7) d'un angle

$$\frac{1}{2}\frac{K\varkappa c}{4\pi A^3}\sqrt{K\mu}\,n^2 d.$$

C'est ce qui est en plein accord avec la découverte de Faraday sur l'effet des aimants au plan de polarisation de la lumière. Et après ce que nous venons d'expliquer, on en conclut enfin, que les dissolutions et d'autres corps également constitués font tourner le plan de polarisation de la lumière, pourvu que leurs deux séries de molécules aient leurs axes parallèles aux rayons de la lumière, et que

d'ailleurs une des dites séries de molécules soit dans cette même direction déplacée relativement à l'autre. Pour des dissolutions, la lumière elle-même pourrait causer de tel déplacement, pour des corps cristallisés ce déplacement pourrait être produit par la force magnétique de la terre, ou plutôt par sa force thermique y jointe. (Voir Electr. u. magn. Theorien, p. 49, Lunds univ. Årsskrift B. 34, Afd. 2).

(Tryckningen afslutad den 17 december 1907).

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 3. Nr 5.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 18. Nr 5.

OBSERVATIONS

ON

THE GENUS RASTRITES AND SOME ALLIED SPECIES OF MONOGRAPTUS

BY

SV. LEONH. TÖRNQUIST

LUND 1907
PRINTED BY HÅKAN OHLSSON

INTRODUCTION.

In his classical work »Les Graptolites de Bohême», published in the year 1850, BARRANDE divided the Silurian graptolites of Bohemia into three genera, viz. *Gladiolites* or *Retiolites*, *Graptolithus* and *Rastrites*. The last genus was established to embrace such uniserial graptolites as were characterized by isolated, cylindrical thecæ; whereas both uniserial and biserial forms were included in the genus *Graptolithus* if their thecæ were in contact with each other. The single-rowed species were referred to the sub-genus *Monoprion*, the double-rowed, to the sub-genus *Diprion*. Already in the following year SUESS restricted the genus *Graptolithus* so as to comprise only uniserial species, but, at the same time, he withdrew BARRANDE's genus *Rastrites*, regarding the species referred to it as constituting merely a sub-group of *Graptolithus* [1]). In 1852 GEINITZ proposed to substitute the name *Monograpsus*, in later times altered to *Monograptus*, for that of *Graptolithus*; and, as regards the genus *Rastrites*, he adopted the views advanced by SUESS. As an argument for this conception he adduced the existence of such a form as *Monograptus triangulatus* HARKN., which, according to his interpretation, was proximally a *Rastrites*, and distally a true *Monograptus* [2]). SUESS looked upon BARRANDE's genus *Rastrites* as representing a poorly developed group of *Monograptus*, GEINITZ regarded it as a degenerated group of the same [3]). RICHTER has in several papers accepted the nomenclature insisted on by these authors [4]). Still as late as 1890 GEINITZ maintains his earlier opinion [5]), but the majority of later authors who have written on graptolites, are at one in admitting the validity of the genus *Rastrites*.

The close resemblance that exists between the two genera now under consideration is, no doubt, undeniable, and especially do some helicoid *Monograpti* in their proximal parts show a puzzling approximation to the earlier forms of *Rastri-*

[1]) E. SUESS, Über Böhmische Graptolithen, Wien; p. 6, 23.

[2]) H. B. GEINITZ, Die Versteinerungen der Grauwackeformation in Sachsen und den angrenzenden Länder-Abtheilungen; Heft. 1. Die Graptolithen, Leipzig 1852; p. 19, 47.

[3]) E. SUESS, loc. cit. p. 5. — H. B. GEINITZ, Die Graptolithen des K. Mineralogischen Museums in Dresden; Mittheilungen aus dem Koeniglichen Mineralogisch-Geologischen und Præhistorischen Museums in Dresden, Neuntes Heft, Cassel 1890; p. 31.

[4]) R. RICHTER, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd V, 1853; Bd XXIII, 1871; Bd XXVII, 1875.

tes; but, on the other hand, it is just as certain that it would be an unnatural arrangement to unite such species as *Rastrites Linnæi* BARR. or *Rastrites maximus* CARR. with the typical *Monograpti*. And everyone who has made the graptolites the subjects of closer studies must concur in LAPWORTH's reasoning that, if the genus *Rastrites* is to be suppressed because of the existence of the dubiously transitional species *Monograptus triangulatus*, »the great majority of admitted genera must also be abolished on similar ground»[1]).

Essentially in accordance with BARRANDE's diagnosis, the genus *Rastrites* may be characterized in the following terms: Rhabdosome uniserial, unbranching; common canal unusually narrow throughout, giving off isolated tubular thecæ along its whole extent.

The delicacy of the common canal is a feature which should never be disregarded, and whenever we find proximal graptolitic fragments showing isolated thecæ, there may, nevertheless, be reason to suspect that we have before us a *Monograptus*, if the common canal is as wide as the thecæ, or wider.

WIMAN in his valuable memoir »Ueber die Graptoliten» declares himself constrained to regard the true *Rastrites* theca as being represented by that part which has previously been called a theca together with the internode next below[2]). This determination is quite consistant with his general conception of the thecæ of the other Graptoloidea. Having in another paper[3]) set forth my position with respect to this question, I shall, in this place, only remark, that a theca, as defined by WIMAN, coincides with that peridermal unit for which I have proposed the term »thecal segment»[4]).

The characters by which the species of *Rastrites* may be distinguished are afforded by (1) the general shape of the rhabdosome, (2) the form, size, and direction of the mature thecæ, (3) the length of the intervals between them i. e. of the internodes, (4) the development of these elements in the initial region of the rhabdosome.

The defining of the species by means of these distinctions, however, is at times beset with considerable difficulties. Although the examples of some species are often better preserved than might be expected from the tenuity of the internodes, it results from their fragility that, in many instances, only short broken pieces are to be had, which permit no reliable conclusion concerning the original form of the perfect fossil. Further, if we remember that the rhabdosomes of some species assume their normal appearance at an early stage of growth, while in other

---

[1]) C. LAPWORTH, On Scottish Monograptidæ; Geol. Mag. Decade II, Vol. III: p. 312.

[2]) C. WIMAN, Über die Graptoliten; Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, Vol. II, Part 2; Upsala 1895; p. 31.

[3]) S. L. TÖRNQUIST, On the Diplograptidæ and Heteroprionidæ of the Scanian Rastrites Beds; K. Fysiografiska Sällskapets i Lund Handlingar; Ny följd, Bd. 8. (Acta Univ. Lundensis, Tom. XXXIII); 1897; p. 4.

[4]) S. L. TÖRNQUIST, Researches into the Monograptidæ of the Scanian Rastrites Beds; the cited Transactions Bd 10 (Acta Univ. Lundensis, Tom. XXXV) 1899; p. 2.

species the thecæ and the internodes only at a great distance from the sicula attain their full size; it can easily be inferred that distal fragments of one species may be mistaken for proximal pieces of another. To this should be added that, owing to lateral pressure, even complete specimens, at many localities, have been distended in one direction and compressed in another to such a degree as to resemble species quite different from those to which they really belong. Most of these difficulties may certainly be surmounted if a sufficient number of examples from the same locality and the same horizon are obtainable, but this is far from always being the case.

This paper, therefore, should be regarded only as a preliminary essay towards unravelling the more distinguishable forms of *Rastrites* that have come under my notice. And I have thought it not inappropriate, in connection with the account of my researches into that genus, to add some observations on a few species of *Monograptus* which in their appearance approch, more or less, to the *Rastrites*.

The material upon which the following observations are founded consists for a great part in collections made by myself in different provinces of Sweden, in England, Scotland, Bohemia, and Thuringia. To Mr. ROBERT EISEL, of Gera, I am further indebted for a valuable collection of Thuringian graptolites, which he was so kind as to present to me several years ago. As this collection was intended to form an illustrative supplement to a paper published by him in 1899, and entitled »Ueber die Zonenfolge Ostthüringischer und Vogtländischer Graptolithenschiefer»[1], I have cited this paper in the lists of synonyms given in the sequel; and in stating the zones of the Thuringian species, I have followed the zonal arrangement proposed by Mr. EISEL[1]. For the assistance offered to me by the keeper of the Geological Museum of Lund, Professor J. C. MOBERG, in using the collections of the museum, I owe him my best thanks.

---

[1]) Communicated to »39 bis 42 Jahresberichte der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften in Gera (Reuss) 1896—1899», Gera 1899. — Compare also: R. EISEL, Nachtrag zum Fundortsverzeichnisse wie zur Zonenfolge thüringisch-vogtländischer Graptolithen; the cited Transactions 1900—1902; Gera 1903. — The zones referred to in the sequel are (in ascending order):

Zone 12 a, *Zone of Monograptus triangulatus*
» 12 b, » » *Rastrites peregrinus*
» 13, » » *Diplograptus (Cephalograptus) cometa*
» 14, » » *Rastrites Linnæi*
» 15, » » *Monograptus exiguus*

DESCRIPTIONS.

Genus **Rastrites** Barrande.

Rastrites peregrinus Barrande.

Pl. 1, figs. 1—22.

1850 *Rastrites peregrinus* Barrande, Graptolites de Bohême, p. 67, Pl. 4, fig. 6.
1892 » » Törnquist, Undersökn. öfver Siljansområdets Graptoliter II; K. Fysiogr. Sällskapets Handl. Bd 3 (Acta Univ. Lund., Tom. XXVIII); p. 2, Tafl. 1, fig. 1.
1899 » » Perner, Études sur les Graptolites de Bohême, IIIième Partie, Section a; p. 8, fig. 6, Pl. 13, figs. 33, 34.

From an initial portion recurved so as to present the shape of a small fish-hook, the rhabdosome proceeds in a slightly arcuate distal part, which attains a length of, at least, 30 mm., and emits thecæ from its convex margin. The sicula is in some specimens indicated by a triangular widening visible at the proximal extremity of the rhabdosome. It seems to have reached as far as a little above the inner orifice of the first theca. The three or four thecæ first developed are directed a little upward, and are sometimes followed by two or three others standing normal to the common canal; all the succeeding ones are perceptibly reclined, forming with the internodes next below angles of 60° to 70°, or, near the distal end, of 80° to 85°. They number from 8 to 10 in the space of 10 mm., the intervals between them being in the majority of specimens precisely 1 mm. The length of the thecæ augments from 1 mm. near the sicula to 2 mm. in the adult region. In compressed condition they have an average diameter of .3 mm., and are sometimes slightly dilated toward their extremities, which are rounded or truncated, but never reflexed as in the following variety. The width of the common canal varies between .15 and .2 mm. according to the amount of compression.

A comparison between the specimens from Bohemia delineated in figs. 1—8, and those from different parts of Sweden and Great Britain drawn in figs 9—20, will evince the constancy of the characters given in the above description and may, at the same time, give sufficient reason for separating from *Rastrites peregrinus* Barr. several forms, from time to time, recorded and figured under that name. In confining the species I have followed Perner altogether.

This author is, however, I think, hardly right in rejecting my identification of a graptolite from Dalarne with *Rastrites peregrinus* (loc. cit. suprà). In support of his opinion he puts forward the assertion that the internodes of the Dalecarlian form have a length of 1.5 mm. In fact, the topmost internode seen on Pl. I, fig. 1 of my paper cited has that length, probably owing to a misdrawing, but all the remaining ones are shorter; moreover, in the diagnosis of the species I have expressly stated the number of thecæ in 10 mm. to be from 8 to 10, the last num-

ber being just that stated by PERNER himself as characteristic of the species. The insignificant variation in this respect observed in specimens from Dalarne seems to me to be of no specific value, though it is a fact that examples from this province have more frequently 8 thecæ than 10 in the space of 10 mm. As the original of the figure in question has been partly obliterated, another specimen, in all essentials agreeing with the same, is represented in fig. 14.

In a subsequent memoir »Researches into the Monograptidæ of the Scanian Rastrites Beds», I have again under the name af *Rastrites peregrinus* recorded a graptolite found in the zone of *Cephalograptus cometa* at Tomarp (p. 25, Pl. IV, fig. 29). Although the fragment delineated agrees fairly well with PERNER's description and figures, it is too imperfect for an exact identification, and, considering its geological horizon, I now regard my earlier determination as less probable.

The specimens from Skellgill illustrated in figs. 19 and 20 are much deformed by lateral pressure, but I believe, nevertheless, their determination to be reliable.

Localities. The above description is based on specimens from the following localities: **Sweden**: Kongslena (Västergötland), Råsnäset near Motala (Östergötland), Kallholn (Dalarne), Tomarp and Nyhamn (Skåne); **Bohemia**: »Colonie Haidinger»; **England**: Skellgill (Westmoreland); **Scotland**: Dobb's Linn and Garpel Glen (Moffat). I have not seen the typical form from any Thuringian locality, though its existence in this region also is very probable.

Horizon. In **Sweden** the species seems to be restricted to the *zone of Monograptus triangulatus;* in **Scotland** it occurs in the *zone of Monograptus gregarius;* at Skellgill it is associated with *Monograptus argenteus* &c.

Note. The three forms next to be described may, for the present, be treated as varieties or mutations of *Rastrites peregrinus,* though it is most probable that some one or other of them, when better known, will prove to be separate species.

Rastrites peregrinus BARRANDE var. hybridus LAPWORTH.

Pl. I, figs. 23, 24.

1876 *Rastrites peregrinus* BARRANDE, var. *hybridus* LAPWORTH, On Scottish Monograptidæ; Geol. Mag. Dec. II, Vol. III; p. 313, Pl. X, fig. 5.

1876 » *hybridus* LAPWORTH, Catalogue of the Western Scottish Fossils, Pl. I, fig. 4.

1877 » *peregrinus* BARRANDE, var. *hybridus* LAPWORTH, On the Graptolites of County Down; Proc. Belfast Natur. Field Club, Appendix, 1876—77; p. 127, Pl. V, fig. 2.

1892 » *hybridus* TÖRNQUIST, Undersökn. öfver Siljansomr. Graptol. II; K. Fysiogr. Sällsk. Handl. Bd. 3 (Acta Univ. Lundensis. Vol. XXVIII); p. 4, Tafl. 1, fig. 2.

1897 » » FRECH, Lethæa Geognostica, I, p. 666, fig. 219: 4.

1901 » » HOLM, Kinnekulle, p. 61, fig. 55.

To this variety (or species) I have, long ago, referred a graptolite from Dalarne, of which I possess one single, but distinct impression. It has a length of 15 mm., but seems to be broken off near the distal end. With the exception of the proximal part, which is bent backward, the rhabdosome is straight, bearing 7 thecæ in the space of 10 mm. These attain a length of from 1.4 mm. to 1.8 mm.; when fully developed they are perceptibly reclined, and terminate in markedly reflexed apices. In the curved region the internodes as well as the thecæ are shorter.

While this form agrees with the typical species in having reclined thecæ, it distinguishes from it by (1) longer internodes, (2) reflexed thecal apices, and (3) a rectilinear mature division of the rhabdosome.

Locality and horizon. **Sweden**: the example described is seen on a detached slab found at Enån (Dalarne), and certainly derived from the *zone of Cephalograptus cometa.*

Rastrites peregrinus Barrande, var. **pecten** v. n.

Pl. 1, figs. 25, 26.

The description of this variety has been drawn up from some fragments all visible on the same slab. One of them representing the proximal part is recurved, and bears eight thecæ, all of which are directed outward and somewhat upward, the eighth making with the internode next in advance an angle of 75°. The thecæ of this fragment augment in length from 1 mm. to 1.5 mm.; and the internodes, from .7 mm. to .8 mm. The fully developed rhabdosome is straight, but, on account of the fragmentary condition of my specimens, its extent cannot be made out even approximately. In this portion the thecæ number 10 or 11 in 10 mm., and stand either normal to the stem, or deviate but little from this direction. They have a length of from 2 mm. to 2.2 mm., and widen slowly towards their rounded extremities, showing an average diameter of .2 or .3 mm.

From the type species this variety is distinguished by (1) the straight distal portion of the rhabdosome, (2) the upward direction of at least eight thecæ in the sicular region, (3) the right or nearly right angles formed by the mature thecæ with the common canal.

Locality and horizon. **Scotland**: The specimens referred to were found by me at Dobb's Linn in 1878. They were associated with specimens of *Monograptus fimbriatus* Nich., whence their geological horizon can be appointed to the *zone of Monograptus gregarius.*

Rastrites peregrinus Barande, var. **socialis** n. v.

Pl. 1, figs. 27—31.

Though numerous broken pieces of this graptolite are lying before me, none of them exhibits the initial part, wherefore the general shape of the rhabdosome is

unknown. The majority of fragments are more or less arcuate; some few being, however, straight or even irregularly flexuous. The thecæ number 10 in 10 mm., are, as a rule, 1 mm. long, and, as far as I have noticed, never exceed 1.5 mm. in length. As to their direction, the angle which they form with the stem oscillates between 60° and 90°, an amount of variation which seems to be due to occasional causes acting at the embedding of the fossils.

The chief distinctive character of the variety is the shortness of the thecæ, which I have found constant in all fragments. In spite of the deficiency of the characters given, the form is at a glance distinguished from all its congeners.

Locality and horizon. **Thuringia**: Fragments of this form occur in abundance at Böhmsdorf in the *zone of Cephalograptus cometa* (zone 13), being sometimes crowded on the surfaces of the shale in the same manner as the specimens of ***Monograptus gregarius*** LAPW. are at some Scottish and Swedish localities. For this reason I have departed from my general principle not to denominate new forms on so unsatisfactory materials as those from which the above description has been drawn up.

Note. In his work »Études sur les Graptolites de Bohême» [1]) PERNER describes two graptolites, which he considers as varieties of *Rastrites peregrinus* BARR., and designates by the names: A. Var. *longispinus* and B. Var. *approximatus.* In my opinion both deviate so much, not only from the typical *Rastrites peregrinus,* but also from one another, that I do not hesitate to conceive them as separate species. With *Rastrites peregrinus* they agree in the fact that the thecæ and the internodes already at an early stage of the development of the rhabdosome obtain their constant appearance, but they differ from it in having a different general form and markedly longer mature thecæ. In confining the species I follow PERNER's diagnoses.

Rastrites approximatus PERNER.

1899 *Rastrites peregrinus* BARR. B. var. *approximatus* PERNER, Études sur les Graptolites de Bohême, III:ième Partie, Section a, p. 9, Pl. 13, figs. 36—40, 42, 43.

After forming a full spiral revolution, or even more, the rhabdosome graduates into a moderately arcuate distal division. According to PERNER the thecæ are 2.5 mm. long, while the length of the internodes varies from .6 to .8 mm. Of the type species I possess only a few imperfect Bohemian examples, but I think the following form may appropriately be referred to it as a variety.

Rastrites approximatus PERNER, var. Geinitzi n. v.

Pl. I, figs. 32—41.

1852 *Monograptus peregrinus* GEINITZ, pars, Die Graptolithen, p. 45, Taf, V, figs. 11 a, b (?11 c, 12).

[1]) III:ième Partie, Section a, p. 9.

1890 ***Mozograptus peregrinus*** **Geinitz**, **pars**, **Die Graptolithen d. K. Mineralog. Museums in Dresden, p. 21, Taf. A, fig. 31.**

My most perfect specimen, which has a length of 15 mm., exhibits the same general shape as the type species. As all specimens come under my notice are more or less deformed by lateral pressure, it is difficult to get an exact idea of the size, direction, and distance of the thecæ, but, by comparing a considerable number of examples, the following results can be arrived at. The thecæ number about 12 in 10 mm., are perpendicular to the stem, and have a length of 3 mm. to 4 mm., being, however, in the sicular region shorter, and a little more distant from each other. From the typical form the variety differs in having noticeably longer thecæ; and it resembles the above-cited figures given by Geinitz so much that I do not hesitate to identify it with them.

Localities and horizon. **Thuringia**: I have found this graptolite at Pausa and Thierbach, and good specimens obtained from Raitzhain and Altmannsgrün are in the collection sent to me by Mr. Eisel. It is a rather common fossil in Eisel's *zone of Rastrites peregrinus* (12 b).

Rastrites longispinus Perner.

1897 *Rastrites peregrinus* A. Var. *longispinus* Perner, Études sur les Graptolites de Bohême, III:ième Partie, Section a, p. 9, fig. 7, Pl. 13, figs 32, 35.

The initial part forms a semi-circle, whereas the mature division is rectilinear. The thecæ have a length of 3 to 4 mm. and stand normal to the common canal. In the typical form the internodes are stated by Perner to vary in length from 1.2 mm. to 1.5 mm.; there are accordingly 7 or 8 thecæ in 10 mm. My collection contains numerous fragments from several Bohemian localities which seem to be referable to this species, but none of them are perfect enough for an exact determination.

The graptolite described and figured as *Rastrites peregrinus* Barr. in Lapworth's paper »On Scottish Monograptidæ» (p. 313, Pl. X, fig. 1), seems to represent this species or a variety of the same. It has subsequently been reproduced by the same author in »A Catalogue of the Western Scottish Fossils», Pl. 1, fig. 3, and in his paper »On the Graptolites of County Down», Pl. V, fig. 1. A similar form, likewise designated as *Rastrites peregrinus*, is figured by Frech in »Lethæa Geognostica», vol. I, p. 266, fig. 319: 3.

Rastrites rastrum Richter.

Pl. II, fig. 1—6.

1853 *Monograpsus peregrinus* (var. *rastrum*) Richter, Thüringische Graptolithen; Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch., V Bd; p. 461, Tab. XII, fig. 31.

1899 *Rastrites rastrum* EISEL, Ueber der Zonenfolge ostthüring. und vogtl. Graptolithenschiefer, p. 6.

Before entering upon the question of the original form of the species, it seems appropriate to describe it such as it presents itself in fossil state. When most perfect, the rhabdosome commences with a sigmoid proximal portion, then continues in a moderately arcuate division, and terminates in a more sharply curved distal part (Figs. 1 and 2). The thecæ arise in every part of the rhabdosome from its convex side. As the rock in which the graptolite has been embedded is highly affected by cleavage, their length as well as that of the internodes varies considerably in different parts of one and the same specimen. Thus the thecæ number from 10 to 16 in 10 mm., but may originally have been 12 or 13 in that unit. They have a length of 2.5 to 4 mm., and widen evenly from their bases to the extremities, which are either emarginated or truncated, having an average width of .4 mm. While in perfect specimens the thecæ of the median division form acute angles with the internodes next in advance, they are in shorter fragments almost perpendicular to the common canal.

When comparing examples in different state of preservation, one can scarcely help the idea that the rhabdosome has originally formed a spiral line winding round an imaginary low cone, and emitting perpendicular thecæ just in the surface of the same. If this be the case, the pressure of a superincumbent mass of rock, combined with a subsequent lateral pressure, would bring about the very appearances shown by the fossil examined. The delineation given by RICHTER is by no means incompatible with this assumption.

The most conspicuous characters of this species are afforded by (1) the general habit of the rhabdosome, (2) the form of the thecæ, and especially of their apices.

Localities and horizon. **Thuringia**: The specimens described have been collected by Mr EISEL at Grobsdorf and Raitzhain in the zone of *Cephalograptus cometa* (13).

Rastrites phleoides TÖRNQUIST.

Pl. II, figs. 7, 8 (9, 10).

1868 cfr. *Graptolithus convolutus* CARRUTHERS, pars, Revision of the British Graptolites; Geol. Mag. Vol. V; p. 14, Pl. V, figs 1 b, 1 c.

1887 *Rastrites phleoides* TÖRNQUIST, Anteckn. om de äldre paleozoiska leden i Ostthüringen och Voigtland; Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd IX; p. 490, fig. 1.

In the last-cited paper this *Rastrites* was characterized nearly in the following way: The rhabdosome, so far as observed, forms a conical spiral line, the initial part being, however, unknown; the thecæ are 10 to 12 in 10 mm., and attain, including their bristles, a length of about 5 mm., making with the common canal

right or slightly oblique angles; each theca is at the concave apartural margin provided with two bristles, occupying not fully the half length of the entire theca.

In a copy of his paper »Ueber die Zonenfolge der ostthüringischen und vogtländischen Graptolithenschiefer», presented to me, Mr EISEL has added a written notice concerning *Rastrites rastrum* RICHT., stating that he has found examples of this species bearing thecæ resembling those of *Rastrites phleoides*. I have seen no such specimens, and, judging from the material in my hands, the last-named form differs from the common aspect of *Rastrites rastrum*, not only in the presence of rather long thecal bristles, but also in the fact that the rhabdosome seems to have grown out into a more elongated conical (or almost cylindrical) spire. Therefore, though these two forms have so many features in common that their close relationship appears beyond doubt, I think it, nevertheless, most advisable, for the present, to conceive *Rastrites phleoides* as a distinct species. CARRUTHERS has (loc. cit.) delineated some thecæ in all essentials similar to those of the graptolite now under consideration, which thecæ, however, he explained as belonging to the inner coil of some specimens of *Monograptus convolutus* HIS., collected in the Moffat district. As the questions raised by these drawings will be discussed later on, under the head of *Monograptus convolutus*, I confine myself, in this place, to reproducing some similar thecæ of graptolitic fragments from the same region. They are evidently much deformed by cleavage.

Localities and horizon. **Thuringia**: This graptolite was discovered by me, several years ago, at Böhmsdorf in the *zone of Cephalograptus cometa* (zone 13). **Scotland**: the fragments illustrated in figs. 9 and 10 are seen on a slab belonging to a collection sent by Professor LAPWORTH to the Geological Museum of Lund.

Rastrites distans LAPWORTH, var. abbreviatus LAPWORTH.

Pl. II, figs. 11—20.

1852 *Monograpsus Linnæi* GEINITZ, pars, Die Graptolithen, p. 48, Taf. V, figs. 16, (18?).
1868 *Rastrites Linnæi* CARRUTHERS, A Revision of the British Graptolites; Geol. Mag. Vol. V; p. 13, Pl. V, fig. 15.
1876 » *distans* LAPW. var. *abbreviatus* LAPWORTH, On Scottish Monograptidæ; Geol. Mag. Dec. II, Vol. III; p. 314.
1890 cfr. *Monograptus Linnæi* GEINITZ, pars, Die Graptol. d. K. Mineralog. Museums in Dresden, p. 22, Taf. A, figs 32 a, b.
1899 *Rastrites Linnæi* var. *abbreviatus* EISEL, Die Schichtenfolge d. ostthüring. und vogtl. Graptolithenschiefer, p. 6.

The proximal portion of the rhabdosome shows a short backward curvature, resembling that of *Rastrites peregrinus*, while the distal division is straight, or accidentally tortuous. Near the sicula the thecæ are short, only about .5 mm. long, and their internodes do not reach 1 mm. in length; but the thecæ as well as their

interspaces increase rather rapidly until, at a certain distance from the sicula, both attain a length of 3 mm. From this point the appearance of the rhabdosome remains constant. The thecæ form, as a rule, right angles with the stem, with the exception of the oldest ones, which often have a deviating direction.

The close relation of this form to the type species is evident. The initial part of the latter has never been described, but there is every reason for believing that it agrees with the corresponding part of the variety. In such case, the chief distinctive character of this consists in the fact that the increase of thecæ and internodes ceases at an earlier stage of the growth of the rhabdosome than in *Rastrites distans*, in which the said elements, according to LAPWORTH, attain a length of about 5 mm.

The question might be raised whether the variety might not prove to be founded upon proximal fragments of the type species, but the constant size of its constituting factors along fairly long fractions of the rhabdosome lends no support to such an interpretation.

As LAPWORTH has remarked (loc. cit.), *Rastrites distans* v. *abbreviatus* displays a superficial resemblance to *Rastrites peregrinus* v. *hybridus*, which, however, obtains its normal size at a still earlier age, and, moreover, differs by reclined thecæ also in the mature rhabdosome.

GEINITZ, in his last memoir claims *Rastrites peregrinus* v. *hybridus* LAPW., *Rastrites distans* LAPW., and *Rastrites maximus* CARR. as synonymous with *Rastrites* (»*Monograptus*») *Linnæi* BARR.[1]. This conception is probably based on the author's opinion that the different elements of graptolites have continued growing for some longer time after their first development and, therefore, successively presented various aspects.

PERNER, again, in »Études sur les Graptolites de Bohême» regards *Rastrites distans* v. *abbreviatus* as a »stade moyen de croissance» of *Rastrites Linnæi* BARR.[2]. If I am right in referring the initial fragments represented in figs. 11, 13 and 14 to the former variety, this deviates palpably from *Rastrites Linnæi* as described and figured by PERNER.

Localities and horizon. **Thuringia**: *Rastrites distans* v. *abbreviatus* is a common fossil in the *zone of Rastrites Linnæi* (zone 14). I have collected specimens at Grobsdorf, Rückersdorf, and Heinrichsruhe, and have received from Mr EISEL specimens from Grobsdorf and Altmannsgrün; **Sweden**: the fragments delineated in fig. 18 are seen in a boulder from Enån (Dalarne), and those represented in figs. 19 and 20 were found at Tomarp (Skåne) in the zone of *Cephalograptus cometa*; **Bohemia**: some imperfect graptolites collected by me at Litohlaw seem to be referable either to the typical species or to this variety.

---

[1]) Loc. cit., p. 22.
[2]) Loc. cit., p. 8.

Rastrites Linnæi Barrande.

Pl. II, figs. 21—26.

1850 *Rastrites Linnæi* Barrande, Graptolites de Bohême, p. 65, Pl. 4, figs 2, 4.
1850 » *fugax* » Ibid. p. 66, Pl. 4, fig. 1 (teste Perner).
1851 *Graptolithus Linnæi* Suess, Ueber Böhmische Graptolithen, p. 42, Taf. IX, fig. 14 b (? 14 a).
1852 *Monograptus Linnæi* Geinitz, pars, Die Graptolithen, p. 48, Taf. V, fig. 19.
1853 » » Richter, Thüringische Graptolithen; Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft, Bd 5; p. 462, compare p. 445.
1881 *Rastrites Linnæi* Linnarsson, Graptolitsk. med *Monogr. turriculatus* vid Klubbudden; Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd V; p. 520, Tafl. 23, fig. 22, 23.
1890 *Monograptus Linnæi* Geinitz, pars, Die Graptol. d. K. Mineralog. Museums in Dresden, p. 22, Taf. A, fig. 33.
1897 *Rastrites Linnæi* Perner, Études sur les Graptolites de Bohême, III:ième Partie, Section a, p. 7, fig. 4, 5, Pl. 13, figs, 27—31.
1897 » » Frech, Lethæa Geognostica, Bd. 1, p. 665, fig. 219: 5.
1899 » » Eisel, Die Schichtenfolge d. ostthüring. und vogtland. Graptolithenschiefer, p. 6.

According to Perner the proximal portion of this species is identical with Barrande's *Rastrites fugax.* It is slightly arcuate and produces thecæ which are somewhat reclined and shorter than their interspaces. After a gentle bending the rhabdosome continues in a distal division which tends to become straight, and displays an appearance so different from that of the initial part that Barrande, who had not seen these parts connected, described them as separate species. Geinitz suggested, however, already in 1852 that *Rastrites fugax* seemed to be what he called »der Jugendzustand» of *Rastrites Linnæi* [1]). I have had no opportunity of examining the sicular portion, but several of my specimens exhibit the transitional curvature. In this the length of the consecutive thecæ augments from 1.5 mm. to 4 mm.; in the remaining part of the rhabdosome this length increases more slowly. As far as I have observed, the thecæ number, in the mature region of the rhabdosome, 4 or 3.5 in the space of 10 mm., reaching a length of from 5 to 8 mm. according to their place. In some cases they stand normal to the stem, but more frequently they show a downward inclination. Their bases are dilated so as to form scalene triangles elongated in the direction of the thecæ, and they widen, likewise, though more abruptly, towards the apertural ends.

Barrande states that he has seen isolated thecæ measuring as much as 16 mm. in length, and according to Perner the distal thecæ reach a length of 15 mm. [2]). From Perner's description it cannot be inferred whether these long thecæ

[1]) Geinitz, Die Graptolithen, p. 49.
[2]) Barrande, loc. cit. p. 65, 66. — Perner, loc. cit. p. 8.

have been observed in the same specimens that also bear thecæ of the more moderate size; if not, one might be disposed to refer those longer thecæ to another species, and most probably to *Rastrites maximus* CARR. In the distal fragment seen in BARRANDE's fig. 2, Pl. 4, which has an extent of 35 mm., the oldest theca is 7 mm. long while the youngest does not exceed 8 mm.; if the length of the following thecæ has continued increasing upon the same scale, such a specimen must have attained an extraordinary extent before producing thecæ of the size stated by BARRANDE and PERNER. Be this at is may, the first development of *Rastrites maximus* is too different from that of *Rastrites Linnæi* for these forms to be thought identical.

In ZITTEL's »Grundzüge der Palæontologie, 1895», we find (p. 108, fig. 207) a drawing signed as *Rastrites Linnæi* BARR., but this figure is scarcely referable to any known species.

Localities and horizon. **Thuringia**: *Rastrites Linnæi* occurs abundantly in the zone named after this species; I have seen it represented at Grobsdorf, Rückersdorf, Igelberg and Heinrichsruhe, and Mr EISEL has sent me examples from Raitzhain and Paitzdorf; **Bohemia**: BARRANDE's originals were produced from Želkowitz; **Sweden**: some poorly preserved specimens, collected at Klubbudden, in the neighbourhood of Motala, have been described and figured by LINNARSSON; the species is there associated with *Monograptus turriculatus* BARR.

Rastrites maximus CARRUTHERS.

Pl. II, figs. 27—33, Pl. III, fig. 1.

1868	*Rastrites maximus*	CARRUTHERS, A Revision of the British Graptolites; Geol. Mag. Vol. V; p. 13, Pl. V, fig. 14.
1869	» »	CARRUTHERS, MURCHISON's Siluria, 4:th edition; Appendix D, p. 541, Foss. 90, fig. 6.
1876	» »	LAPWORTH, On Scottish Monograptidæ; Geol. Mag. Dec. II, Vol. III; p. 313.
1876	» »	LAPWORTH, Catalogue of the Western Scottish Fossils, Pl. I, fig. 1.
1899	» »	FRECH, Lethæa Geognostica, I, p. 256, p. 265, fig. 219: 1.

Only short fragments of *Rastrites maximus* have been figured up to this date, and therefore, our knowledge of it is, in several respects, deficient. As all the specimens referred to it by me are likewise in a fragmentary state, I think it most suitable to describe some of them individually, leaving to the reader to endorse my determinations, or not.

Figs. 28 and 29 present two distal fractions of **Scottish** specimens from Dobb's Linn, preserved in the Geological Museum of Lund, and labelled by Professor LAPWORTH as *Rastrites maximus* CARR. These specimens have, therefore,

been taken as standard ones. The more perfect of them (Fig. 29) measures 13 mm., in extent, and gives off four thecæ. These have a length of 10 or 11 mm., are gently curved, and perceptibly reclined. A triangular dilatation, though shorter than that seen in ***Rastrites Linnæi***, is visible at their bases, and their very extremities are also a little widened. The internodes average 4 mm. in length. In the other example from the same locality the internodes are but 3 mm. long.

The very sicular portion, as seen in an example found by me at Dobb's Linn, is delineated in fig. 27. It shows quite the same hook-shaped form as the corresponding part of ***Rastrites peregrinus*** and of some other ***Rastrites***, the sicula being indicated by a small triangular widening of the initial extremity. The first internode is very short, and the three following ones augment successively to 1.5 mm., 2 mm. and 2.5 mm. The four thecæ first developed seem to be broken off; the fifth, again, has a length of 4.5 mm. and the sixth, of 5.5 mm. Their form agrees precisely with that seen in the specimens just described.

In figs. 31 and 32 two specimens from Motala are illustrated, that seen in fig. 32 being unusually clear. It represents an early stage of development, though the very extremity is wanting. The gradual increase in length of the thecæ and internodes visible may be inferred from this table

Length of thecæ visible				Length of internodes visible			
I	II	III	IV	I	II	III	IV
1 mm.	2.7 mm.	6.2 mm.	1.7 mm.	1 mm.	1.4 mm.	1.7 mm.	2 mm.

In spite of its shortness the fourth theca is not broken off, whence it may be concluded that the growth of the rhabdosome has been interrupted a short time after the budding of this theca.

The specimen from which fig 1, Pl. III has been drawn, was found by me at Heinrichsruhe in **Thuringia**. It is a portion of the adult region, having a length of 28 mm., and bearing 9 thecæ. These have an almost rectangular position with respect to the stem, and are, when unbroken, about 12 mm. long. The internodes have a width of .25 mm., and the diameter of the middle part of the thecæ is .5 mm.; both being strongly compressed.

In an earlier paper[1]) I have recorded the two specimens from Motala as ***Rastrites Linnæi*** BARR., and, as already mentioned, PERNER holds it far from improbable that the species ***Rastrites maximus*** was founded on distal fragments of that species. If I am right in my interpretation of the examples dealt with in the above, ***Rastrites maximus*** is, however, well distinguished by (1) a different form of the proximal part and (2) a more rapid increase of the consecutive earlier thecæ.

Horizon. As the localities which have afforded the examples described have already been given, it should only be added that the species everywhere is confined to an horizon near the top of the ***Rastrites***-bearing shales.

---

[1]) TÖRNQUIST, Berättelse om en geologisk resa genom Skånes och Östergötlands paleozoiska trakter, sommaren 1875; Öfvers. af K. Vetenskaps-Akad:s Förhandl. 1875; p. 68, 69.

Note. The majority of species of the genus now dealt with which accompany or succeed *Rastrites peregrinus*, maintain the general shape of the prototype, and differ from one another chiefly in the development of the thecæ and the internodes. Before dying out, the genus presents us with some species in which the generic characters appear, so to say, in an almost exaggerated form.

Genus **Monograptus** Geinitz.

Monograptus triangulatus Harkness.

For the synonymy, description, and illustration of the typical *Monograptus triangulatus*, I refer to my paper »Researches into the Monograptidæ of the Scanian Rastrites Beds», p. 19. As remarked by Lapworth [1]), specimens are occasionally met with having all the thecæ seamingly isolated. In striking contrast with such *Rastrites*-like specimens is a form occurring in Thuringia, to which Eisel has assigned a separate title.

Monograptus triangulatus Harkness var. **Raitzhainiensis** Eisel.

Pl. III, figs 2—4.

1899 *Monograptus triangulatus* Harkness var. *Raitzhainiensis* Eisel, Ueber die Zonenfolge ostthüring. u. vogtländ. Graptolithenschiefer, p. 7.

Without expressing any opinion of my own as to whether the peculiar appearance of this form may justify the establishment of a distinct variety, or can be explained as due to accidental deformation resulting from lateral pressure, I give here some drawings of the graptolite, adopting, for the present, the name proposed by Eisel. The sicular portion, which very much resembles that of Harkness' original figure of the type species, is strongly incurved, often so as to form a narrow loop, and produces isolated thecæ [2]). The distal part is slightly arcuate, or nearly straight. In this region the thecæ are in contact with each other, but broader and shorter than in the typical form, and terminate in more rounded apices. Whichever may be the true nature of this form, its distal thecæ differ noticeably from those of any *Rastrites*, but show sometimes a superficial approach to those of *Monograptus fimbriatus* Nich.

Localities and horizon. **Thuringia**: the specimens delineated have been collected by Mr Eisel at Raitzhain; I have myself found similar examples at Thierbach. The form occurs in the zones of *Monograptus triangulatus* and *Rastrites peregrinus* (zones 12 a and 12 b), being more common in the former.

[1]) Lapworth, loc. cit. p. 312.

[2]) The form of the initial part of *Monograptus triangulatus* seems to be unusually variable.

Monograptus cfr. **urceolus** RICHTER.

Pl. III, figs. 5—10.

1853 cfr. ***Monograptus urceolus*** RICHTER, Thüringische Graptolithen; Zeitschr. d. Deutsch. Geologischen Gesellsch., Bd 5; p. 462, Taf. 12, figs. 29, 30.

1899 ***Rastrites urceolus*** EISEL, Die Zonenfolge d. ostthüring. u. vogtländ. Graptolithenschiefer; p. 6.

The diversity of aspects presented by this species can most easily be accounted for if the rhabdosome is supposed originally to have been rolled up into a conical spiral. My best preserved specimens have a length of about 40 mm. with an average width of 1.5 to 2 mm. The common canal is narrow, though not so uniformly thread-like as that of the *Rastrites*. Owing to the effect of pressure, the number of thecæ to a given unit varies considerably even in different parts of one and the same volution, but, when least deformed, 11 or 12 can be counted in 10 mm. Those originating from the earliest coil are isolated, whereas the succeeding ones assume a triangular form and come in contact with one another. All have originally terminated in reflexed lobes, which, on account of different directions of the pressure, are larger or smaller, or even protracted and pointed.

From *Monograptus convolutus* HIS. and *M. decipiens* TÖRNQ. the species is readily distinguished by (1) the conical growth of the helicoid rhabdosome (2) the form and size of the thecæ. From *Monograptus proteus* BARR. it differs in the structure of its initial part.

EISEL has identified this species with *Monograptus urceolus* RICHTER. The figures given by the last-named author deviate not a little from the examples in my possession, it is true, but, nevertheless EISEL's identification may, possibly, be well founded, for the general habit of the species is exceedingly variable. When the monograph of Thuringian graptolites which Mr EISEL has been preparing for many years, is published, our knowledge of this species, as well as of many others, will certainly be much enriched.

Localities and horizon. **Thuringia**: The species described is a very common one in the *zone of Cephalograptus cometa* (zon 14), as exposed at Grobsdorf (EISEL, TÖRNQUIST), Raitzhain (EISEL), &c.

Note. There occur at Heinrichsruhe, in **Thuringia**, high up in the *Rastrites* series, numerous small graptolitic fragments, some of which are represented in figs. 11—15, on Pl. III. I have seen no longer fragments than those figured; nor have I discovered associated with them greater specimens of which they could be thought to be fragments. They are all moderately curved, giving rise to thecæ from their convex margin. The thecæ number from 7 to 9 in the space of 5 mm. (14 to 18 in 10 mm.), are 1 mm. long, perpendicular to the stem, and provided with short reflexed apices. If we disregard the higher number of thecæ to a given length, these fragments bear an unmistakable resemblance to the proximal portion of the

foregoing species, but because of my unsatisfactory material, the question of their relationship must be reserved for future researches.

Monograptus amphibolus n. sp.

Pl. III, figs. 16—21.

A fairly complete specimen is represented in fig. 16. Commencing with a short, faintly curved portion, bearing thecæ on its convex side, the rhabdosome soon makes a gentle turn, and continues in the opposite direction describing more than half a circle, and, owing to a torsion, also in this division emitting thecæ from the convex margin. The thecæ are in the proximal part isolated and perpendicular to the common canal, gradually increasing in length from 1 mm. to 1.7 mm. The thecæ of the remaining part, again, remind us very much of those characteristic of *Monograptus convolutus* His., but are shorter and devoid of reflexed lobes. In other specimens the thecæ are placed on the concave side of the distal division, as shown in fig. 17. Shorter fragments are delineated in figs. 18 and 19. The various appearances displayed by this species indicate that the rhabdosome, like that of the foregoing one, has originally formed a conical spiral. But for this peculiarity, the species makes the impression of a starved *Monograptus convolutus* or *M. decipiens*.

Locality and horizon. **Sweden:** *Monograptus amphibolus* has, as yet, been found only at Kongslena (Västergötland) in the *zone of Monograptus turriculatus*. It is not rare there.

Monograptus convolutus Hisinger.

Pl. III, figs. 22, 23.

Having in previous memoirs given illustrations and detailed descriptions of this species [1]), I propose in this communication only to add some facts bearing upon its supposed relation to the genus *Rastrites*.

In Murchisons »Siluria», fourth edition (1867), we find, p. 61 (Fossils 12, fig. 3), a graptolite delineated under the name of *Rastrites peregrinus*, which, however, must be referred either to *Monograptus convolutus*, or to a closely related form. In a paper likewise published in 1867 I recorded the true *Monograptus convolutus* His. as »*Rastrites? convolutus*»; and ten years later Linnarsson advanced the contention that Hisinger's original of *Prionotus convolutus* was, in fact, identical with Barrande's *Rastrites peregrinus*. Even Tullberg, who in his often-cited paper »On the Graptolites described by Hisinger and other Swedish authors» clearly made out the true characters of *Monograptus convolutus* stated, nevertheless, that »Hisinger's type specimen is very like *Rastrites peregrinus*». From what is now known about the two species, it is evident that they are widely separated from

[1]) Törnquist, Undersökningar öfver Siljansområdets Graptoliter II; Acta Univ. Lundensis, Tom. XXVIII, 1892; p. 30. — Researches into the Monograptidæ of the Scanian Rastrites Beds, K. Fysiogr. Sällsk. Hand. Bd. 10 (Acta Univ. Lundensis, Tom. XXXV) 1899, p. 21.

one another. The confusion can, however, be accounted for by the circumstance that examples of ***Monograptus convolutus*** are occasionally met with in which not only the proximal thecæ, but also those of the exterior volutions appear to be isolated. So far as I have observed, this appearance depends upon the mode in which the fossil has been preserved in the rock. I have collected specimens of this kind both in Östergötland and in Dalarne, always lying in seams or spheroidal concretions of calcareous shales, and preserved in half relief (See Figs. 22, 23). The apparently isolated thecæ, which are sometimes mingled with others of normal shape, are partly concealed by the matrix, and may by means of an awl or a needle be prepared out so as to display their regular form. If I am not mistaken, HISINGER's originals occur in shales of that description.

As already mentioned (p. 12), CARRUTHERS in his paper »A Revision of the British Graptolites», has (Pl. V, fig. 1 a) reproduced a very perfect but rather enigmatic specimen of ***Monograptus convolutus***, the earliest thecæ of which are uncommonly long; and in the accompanying description the author states that these thecæ show indications of having been provided with such terminal bristles as are seen in the thecæ illustrated in his figs 1 b and 1 c. After examining the original of CARRUTHER's fig. 1 a, LAPWORTH says that he is inclined to believe that its strange appearance is »owing to the accidental juxtaposition of two different forms». Such an interpretation of CARRUTHERS' drawing has also appeared to me most plausible; and when, many years ago, I was examining the collection of British graptolites sent by Professor LAPWORTH, already referred to, and then found a slab from Craig Michan Scaurs containing ***Monograptus convolutus*** associated with short fragments quite agreeing with CARRUTHERS' figs 1 b and 1 c, I did not hesitate to identify the latter with ***Rastrites phleoides***, which species I was just going to describe[1]). I was, accordingly, not a little surprised when lately, in a collection of graptolites from »Colonie Haidinger» made by myself in 1889, I came across one specimen in many respects resembling CARRUTHERS' fig. 1 a. Not only were the proximal thecæ uncommonly long and apically emarginated, like those of ***Rastrites rastrum*** RICHT., but I even thought that I could detect at the very apices traces of bristles. Unfortunately this part of the rhabdosome was destroyed while I was trying to prepare it better for delineation. I dare draw no conclusion from this single observation, so much the less as my previous descriptions of ***Monograptus convolutus*** were based on specimens which admit of no misinterpretation, but I have thought the fact mentioned deserve not to be left unnoticed.

---

[1]) TÖRNQUIST, Anteckningar om de äldre paleozoiska leden i Ostthüringen och Voigtland; Geol. Fören. i Stockholm Förhandl.; Bd IX; 1897, p. 490.

Monograptus gemmatus BARRANDE.

Pl. III, figs. 24—31.

1850 *Rastrites gemmatus* BARRANDE, Graptolites de Bohême, p. 68, Pl. 4, fig. 5.

1863 cfr. *Monograptus gemmatus* RICHTER, Thüringische Graptolithen; Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. Bd 5; p. 462, Taf. XII, fig. 34.

1897 *Rastrites gemmatus* FRECH, Lethæa Geognostica I, p. 266, fig. 219: 6.

1897 *Monograptus gemmatus* PERNER, Études sur les Graptol. de Bohême, p. 23, fig. 26, Pl. 11, fig. 33.

1899 *Rastrites gemmatus* EISEL, Ueber die Zonenfolge d. ostthüring. u. vogtländ. Graptolithenschiefer, p. 6.

BARRANDE described this graptolite as a *Rastrites*, and, strange to say, RICHTER regarded the isolation of thecæ more completely realized in this species than in any other. As PERNER has clearly demonstrated, however, it is a true *Monograptus*, in fact, not even nearly related to any *Rastrites*. As only imperfect fragments have heretofore been described and figured, I now give a more complete characteristic of the species.

The rhabdosome reaches an extent of more than 40 mm., and is very slender throughout; when converted into pyrites it augments in width from .2 mm. near the sicular end to .5 mm. in the distal part, but in compressed state it is almost twice as broad. A specimen showing its most normal appearance commences with a broadly arcuate portion emitting thecæ from the convex side, then bends in the opposite direction, and graduates into a curve tending to form a centripetal spiral, and carrying thecæ on its inner edge. But on account of accidental fractures and torsions, due to the tenuity of the rhabdosome, the specimens often exhibit an aspect more or less deviating from that described above. In the distal portion the thecæ number from 8 to 10 in 10 mm., but in the earlier region, only 6 or 7 to the same length. They are adpressed to the common canal, and widen almost imperceptibly upwards until they terminate in projecting narrow tubes, which are reflexed and enrolled so as to form rounded knobs. In specimens preserved in relief their apices seem to be turned to the one side, as seen in fig. 31, in which drawing the very apertures are concealed by the visible part of the lobes. The thecæ are identical in form along the entire rhabdosome, but in the earlier half of flattened specimens they commonly appear in the form of small reflexed hooks, like those represented on Pl. III, fig. 30 of this paper, and in PERNER's work on pag. 23, fig. 26, and Pl. II, fig. 33.

Localities and horizon. **Sweden**: in the year 1899, I found, in the *zone of Monograptus discus* of Kinnekulle, some specimens of this species, converted into pyrites. **Thuringia**: from Mr EISEL I have received excellent compressed specimens, produced from the *zone of Monograptus exiguus* (zone 15) at Paitzdorf and Loitzsch. **Bohemia**: At Litohlaw I have collected both distal

and proximal fragments, sometimes seen on one and the same hand-piece. They occurred there on an horizon not far from that characterized by ***Monograptus turriculatus***.

Note. ***Monograptus triangulatus*** HARKN. is succeeded by a group of unquestionable ***Monograpti*** characterized by the fact that a number of the oldest thecæ are linear and isolated, while the following ones are triangular and in contact with each other, though without overlap. For all I know, this group does not range up to the top of the ***Rastrites*** division; and the spirally enrolled ***Monograpti*** of younger deposits show a quite different structure of the initial end.

Printed December 28:th, 1907.

Explanation of Plate I.

Unless otherwise stated, the specimens delineated are compressed. Direction of lateral pressure is indicated by arrows placed on either side of the figures.

Rastrites peregrinus BARRANDE.

Fig. 1—8. Natural size. Colonie Haidinger.
» 9. » » Klubbudden.
» 10, 11. » » Kongslena.
» 12. » » Nyhamn.
» 13. » » Tomarp.
» 14. » » Kallholn.
» 15—17. » » Garpel Glen.
» 18. » » Dobb's Linn.
» 19. » » Fragments converted into pyrites. Skellgill.
» 20. Initial portion × 4. Colonie Haidinger.
» 21. Distal part × 4. Ibid.
Originals collected by the Author.

Rastrites peregrinus BARRANDE, var. hybridus LAPWORTH.

Fig. 23. Natural size. Imprint of a specimen preserved in faint relief. Enån.
» 24. Distal part of the same specimen × 3.5.
Original collected by the Author.

Rastrites peregrinus BARRANDE, var. pecten. n. v.

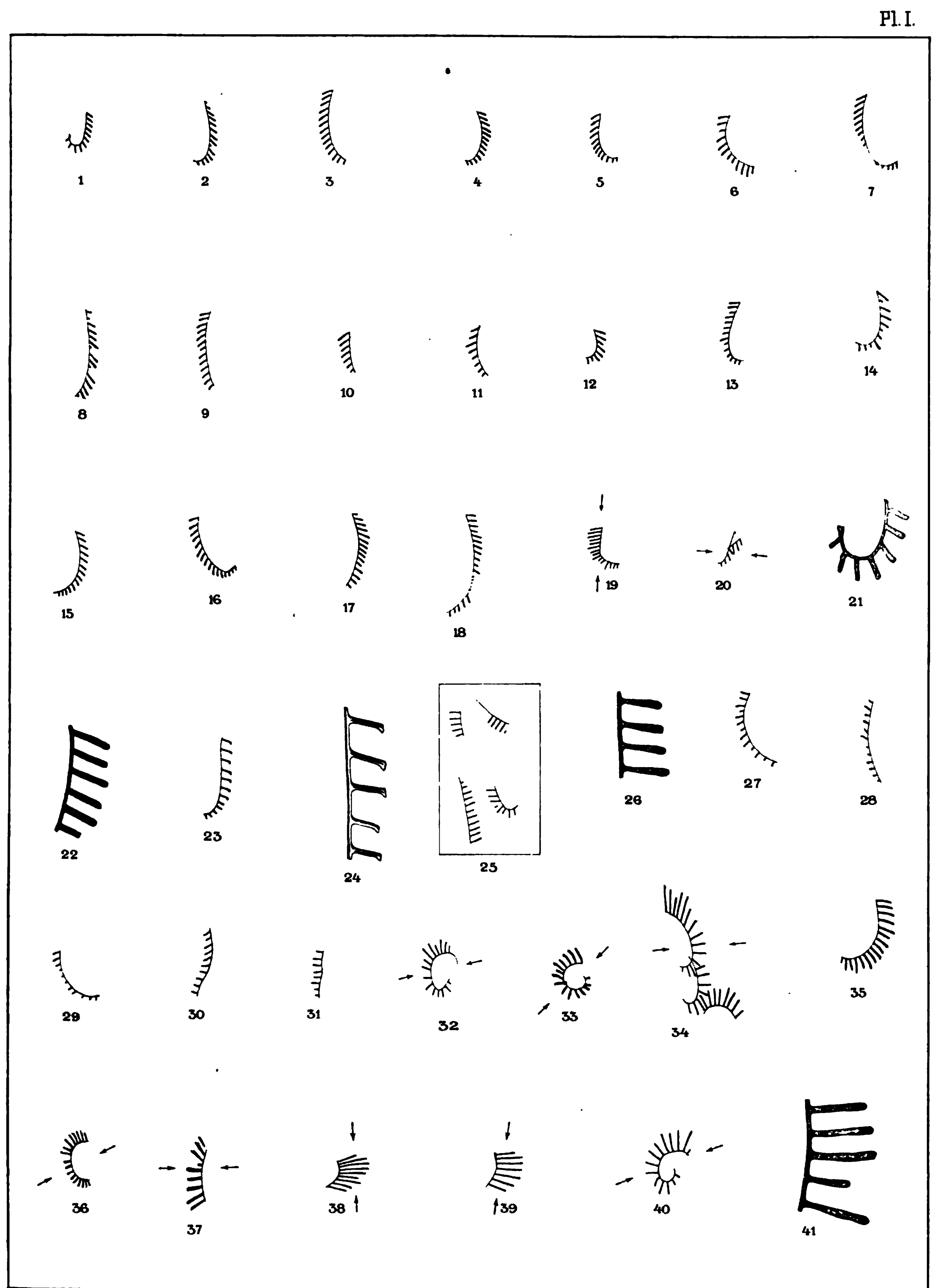
Fig. 25. Portion of a slab, showing different parts of the rhabdosome; natural size. Dobb's Linn.
» 26. Distal part of one of these specimens × 4.
Original collected by the Author.

Rastrites peregrinus BARRANDE, var. socialis n. v.

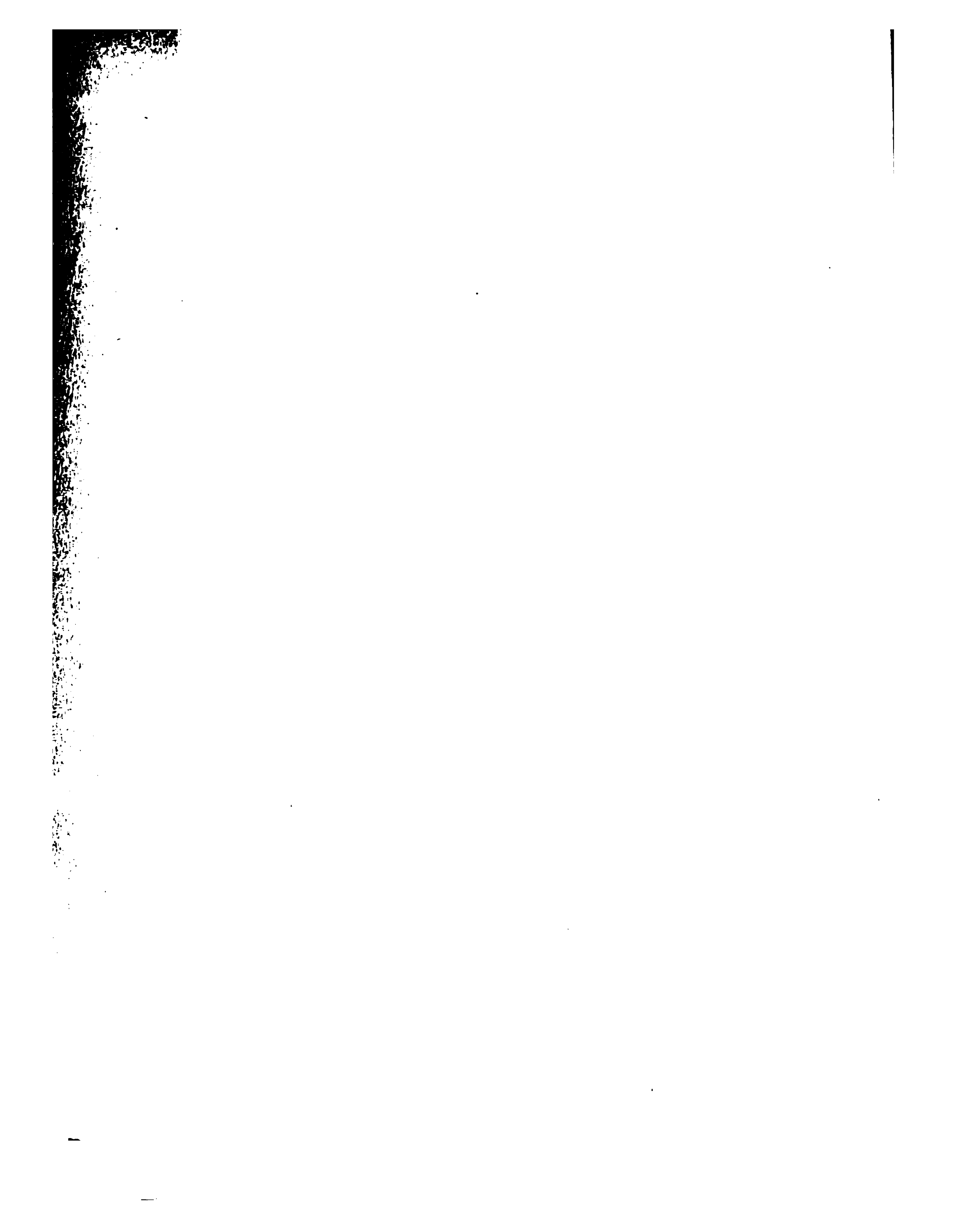
Fig. 27—31. Natural size. Böhmsdorf.
Originals collected by the Author.

Rastrites approximatus PERNER, var. Geinitzi n. v.

Fig. 32. Natural size. Pausa. Collected by the Author.
» 33—35. » » Raitzhain. Collected by Mr. Eisel.
» 36. » » Grobsdorf. Collected by Mr. Eisel.
» 37—39. » » Thierbach. Collected by the Author.
» 40. » » Altmannsgrün. Collected by Mr. Eisel.
» 41. Distal part × 3.5. Altmannsgrün. Collected by Mr. Eisel.



SKÅNSKA LITH. AKT. BOL. MALMÖ



Explanation of Plate II.

Unless otherwise is stated, the specimens illustrated are compressed. Direction of lateral pressure is indicated by arrows placed on either side of the figures.

Rastrites rastrum Richter.

Fig. 1—3. Natural size. Raitzhain.
» 4—5. Distal part × 3.5. Raitzhain.
» 6. Distal part × 3. Grobsdorf.
Originals collected by Mr. Eisel.

Rastrites phleoides Törnquist.

Fig. 7. Natural size. Böhmsdorf. Collected by the Author.
» 8. Distal part × 4. Ibid. Collected by the Author.
» 9. Distal part × 3.5. Craigmichan Scaurs. Collected by Professor Lapworth, now in the Geological Museum of Lund.
» 10. Distal part × 3, seen on the same slab.

Rastrites distans Lapworth, var. abbreviatus Lapworth.

Fig. 11, 12. Natural size. Arnsbach. Collected by Mr. Eisel.
» 13, 14. » » Grobsdorf. Collected by the Author.
» 15, 16. » » Ibid. Collected by Mr Eisel.
» 17. » » Rückersdorf. Collected by the Author.
» 18. Fragments converted into pyrites; natural size. Enån. Collected by the Author.
» 19, 20. Fragments preserved in partial relief; natural size. Tomarp. Collected by the Author.

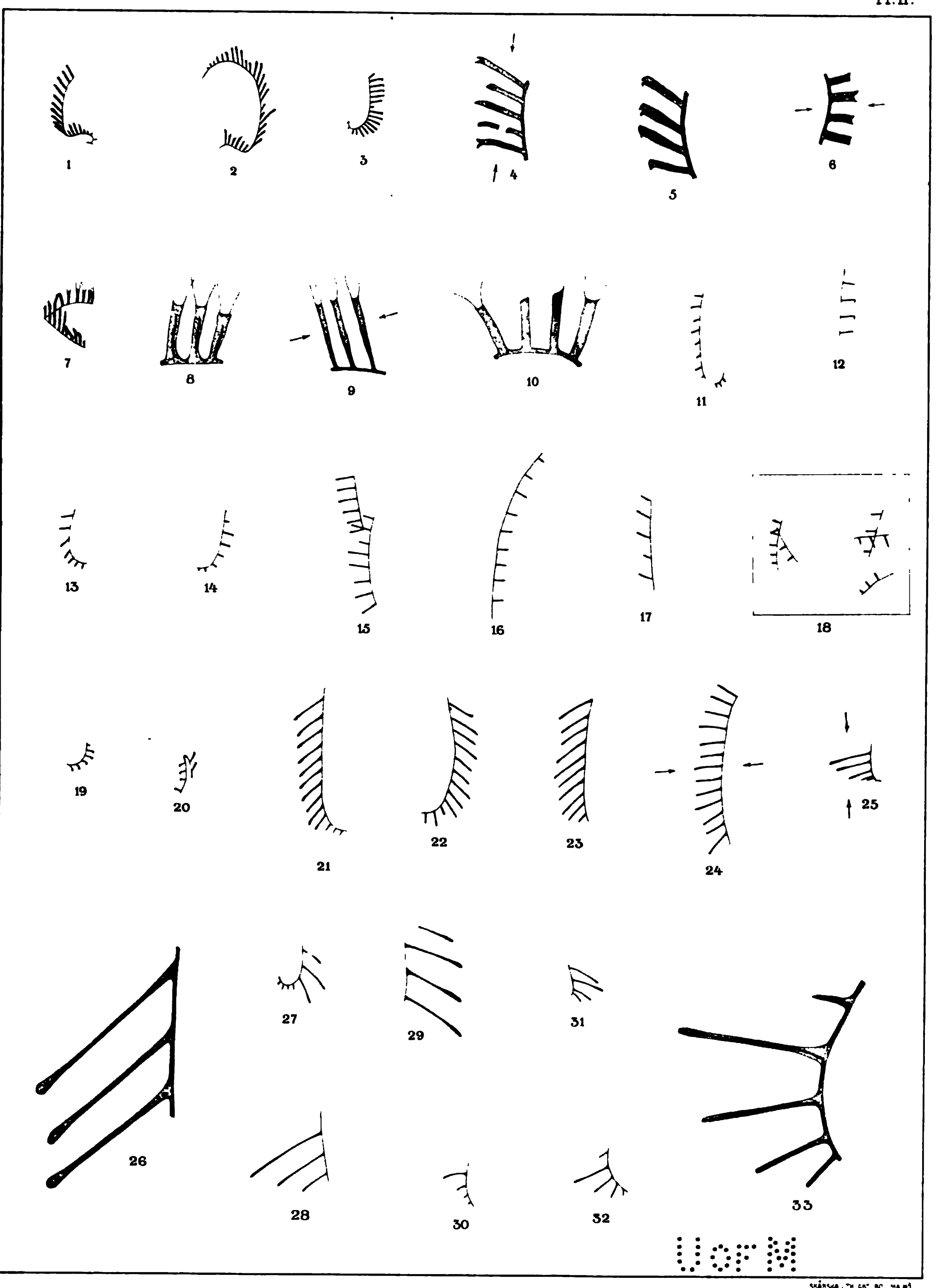
Rastrites Linnæi Barrande.

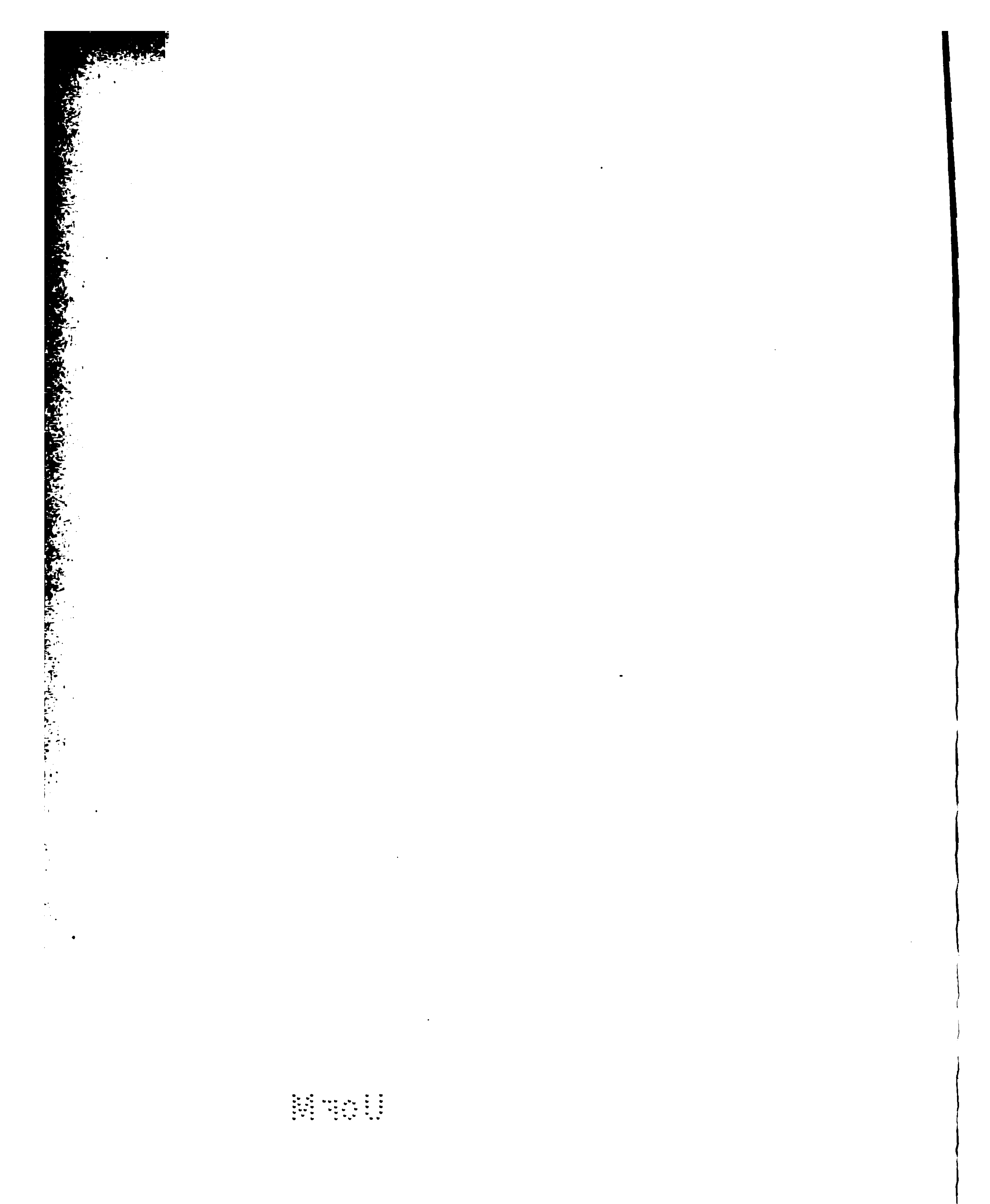
Fig. 21—23. Natural size. Grobsdorf. Collected by Mr. Eisel.
» 24. » » Ibid. Collected by the Author.
» 25. » » Paitzdorf. Collected by Mr. Eisel.
» 26. Distal part × 4. Grobsdorf. Collected by Mr. Eisel.

Rastrites maximus Carruthers.

Fig. 27. Proximal extremity; natural size. Dobb's Linn. Collected by the Author.
» 28, 29. Natural size. Dobb's Linn. Collected by Professor Lapworth, now in the Geological Museum of Lund.
» 30. Natural size. Dobb's Linn. Collected by the Author.
» 31. Imprint of a specimen preserved in relief. Motala. Collected by the Author.
» 32. Specimen preserved in partial relief. Ibid. Collected by the Author.
» 33. Same specimen enlarged.

Pl. II.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33



Explanation of Plate III.

Unless otherwise is stated, the specimens delineated are compressed. Direction of lateral pressure is indicated by arrows placed on either side of the figures.

Rastrites maximus CARRUTHERS.

Fig. 1. Imprint of a specimen in flattened relief; natural size. Heinrichsruhe. Collected by the Author.

Monograptus triangulatus HARKNESS, var. Raitzhainiensis EISEL.

Fig. 2—4. Natural size. Raitzhain. Collected by Mr. Eisel.

Monograptus urceolus RICHTER.

Fig. 5—8. Natural size. Raitzhain. Collected by Mr. Eisel.
» 9. » » Grobsdorf. Collected by Mr. Eisel.
» 10. Portion of a slab, showing different fragments; natural size. Grobsdorf. Collected by the Author.

Monograptus sp.

Fig. 11—15. Natural size. Heinrichsruhe. Collected by the Author.

Monograptus amphibolus TÖRNQUIST.

Fig. 16—19. Natural size. Kongslena.
» 20. Proximal part × 3. 5. Ibid.
» 21. Distal part × 3. 5. Ibid.
Originals collected by the Author.

Monograptus convolutus HISINGER.

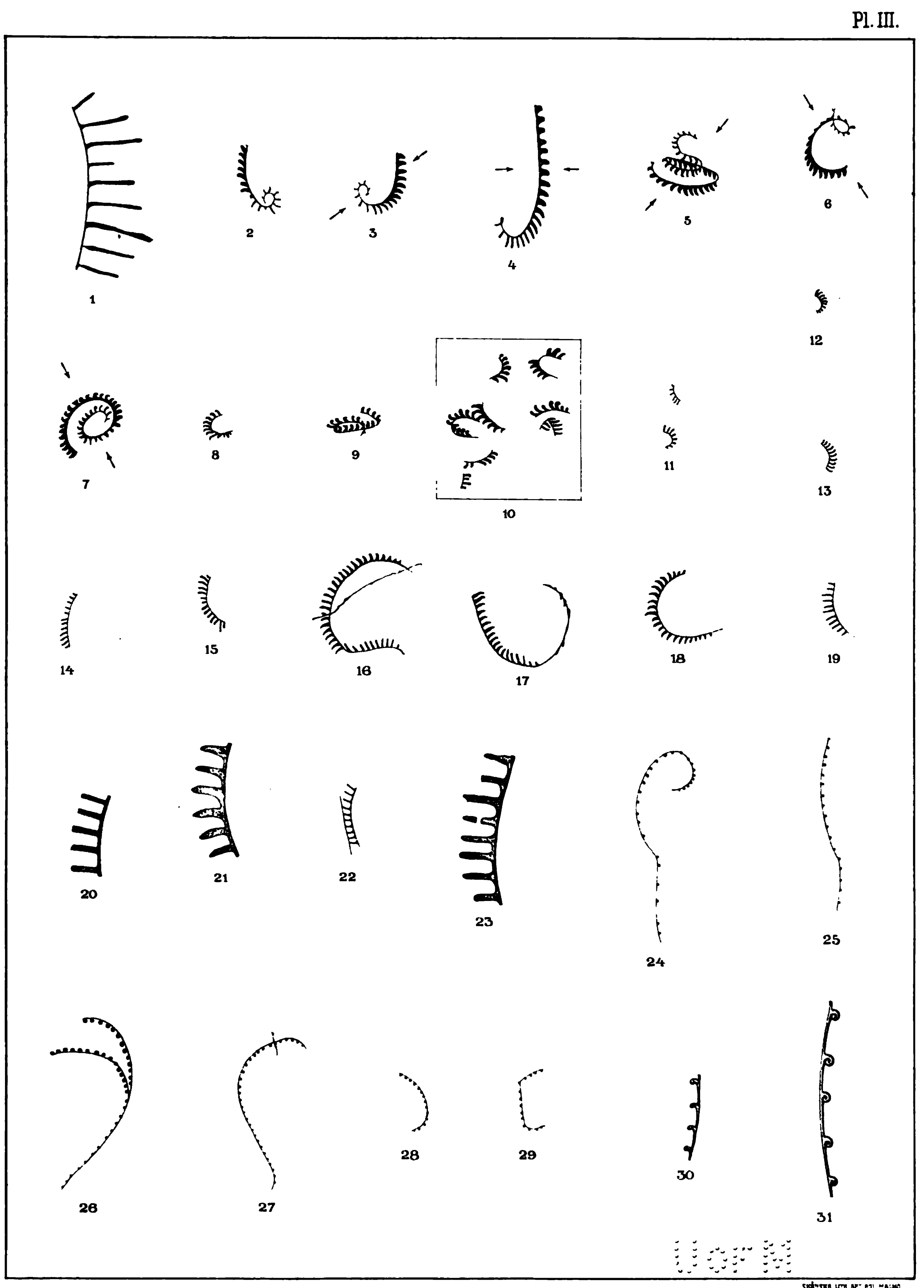
Fig. 22. Natural size. Enån.
» 23. Distal part × 4. Råsnäset.
Originals collected by the Author.

Monograptus gemmatus BARRANDE.

Fig. 24, 25. Specimens preserved in relief. Kinnekulle. Collected by the Author.
» 26. Two specimens; natural size. Paitzdorf. Collected by Mr. Eisel.
» 27. Natural size. Ibid. Collected by Mr. Eisel.
» 28. Part of the distal region; natural size. Litohlaw. Collected by the Author.
» 29. Part of the proximal region; natural size. Ibid. Collected by the Author.
» 30. Part of the proximal region × 4. Ibid. Collected by the Author.
» 31. Part of the proximal region, preserved in relief, × 4. Kinnekulle. Collected by the Author.



Pl. III.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 3. Nr 6.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 18. Nr 6.

Kongl. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1906—1907.

1906, d. 10 oktober:

Herr Bäcklund redogjorde för sin afhandling: »Om kroppars lösning och därmed närmast förvandta företeelser», hvilken afhandling skulle införas uti sällskapets Linné-festskrift.

Herr Murbeck lämnade en framställning öfver Pterantheernas morfologi och skulle hans afhandling härom inflyta uti festskriften.

1906, d. 14 november:

Herr Berggren höll föredrag om Nya Zeelands Frullanier.

Herr Moberg refererade en af honom och d:r Segerberg författad afhandling: »Bidrag till kännedomen om ceratopygeregionen med särskild hänsyn till dess utveckling i Fogelsångstrakten».

Herr Ramberg redogjorde för sin metod för framställning af α-brompropionsyrans optiskt aktiva former.

1906, d. 3 december:

Herr Fürst skildrade med anledning af dagens Retzius-minnesfest i ett längre föredrag Anders Jahan Retzius' lif och verksamhet och dröjde särskildt vid hans förhållande till Fysiografiska Sällskapet, som haft uteslutande hans kraftiga initiativ och rastlösa ihärdighet att tacka för sin uppkomst och första utveckling.

1906, d. 12 december:

Herr Weibull omtalade manganhaltigt vatten och en brunstensbildning från Björnstorp i Skåne och skulle hans undersökningar härom införas i Sällskapets Handlingar.

Herr Bang lämnade en redogörelse för glykogenomsättningar i kaninlefvern under växlande förhållanden.

1907, d. 13 februari:

Herr Jönsson refererade en afhanling af docent Lidforss med titeln: »Die wintergrüne Flora, eine biologiscshe Studie», hvilken afhandling skulle ingå i Sällskapets Handlingar.

Herr Fürst talade om Kilian Stobæus d. ä. och hans brefväxling, och skulle hans afhandling härom införas i Sällskapets Handlingar.

1907, d. 13 mars:

Herr Hennig höll föredrag om »Mamilatus-krita direkt öfverlagrad af Mucronata-krita».

Herr Bäcklund höll föredrag om den på de allmänna lagarne för värmets fortplantning genom ledning grundade uppskattningen af jordens ålder.

Herr Bäcklund redogjorde därefter för en till Sällskapets Handlingar inlämnad afhandling af docent Oseen: »Om Dirichlets problem vid värmeledningsekvationer».

1907, d. 10 april:

Herr Rydberg höll föredrag om grundämnenas ordningstal och valenser.

Herr Borelius talade om behandling af sten i koledokus.

Herr Ramberg redogjorde för platoetyltioglykolat och dess halogenväteadditionsprodukter.

1907, d. 8 maj:

Herr Broman föredrog om grodspermiernas byggnad och utveckling.

ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

NY FÖLJD

ANDRA AFDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNEN

IV

1908

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XIX)

LUND 1908—09
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI
DISTRIBUERAS GENOM C. W. K. GLEERUPS FÖRLAG I LUND

ACTA REGIÆ SOCIETATIS PHYSIOGRAPHICÆ LUNDENSIS

KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR

NY FÖLJD

XIX

1908

(LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. AFD. 2. BD 4)

LUND 1908—09
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI
DISTRIBUERAS GENOM C. W. K. GLEERUPS FÖRLAG I LUND

Innehåll:

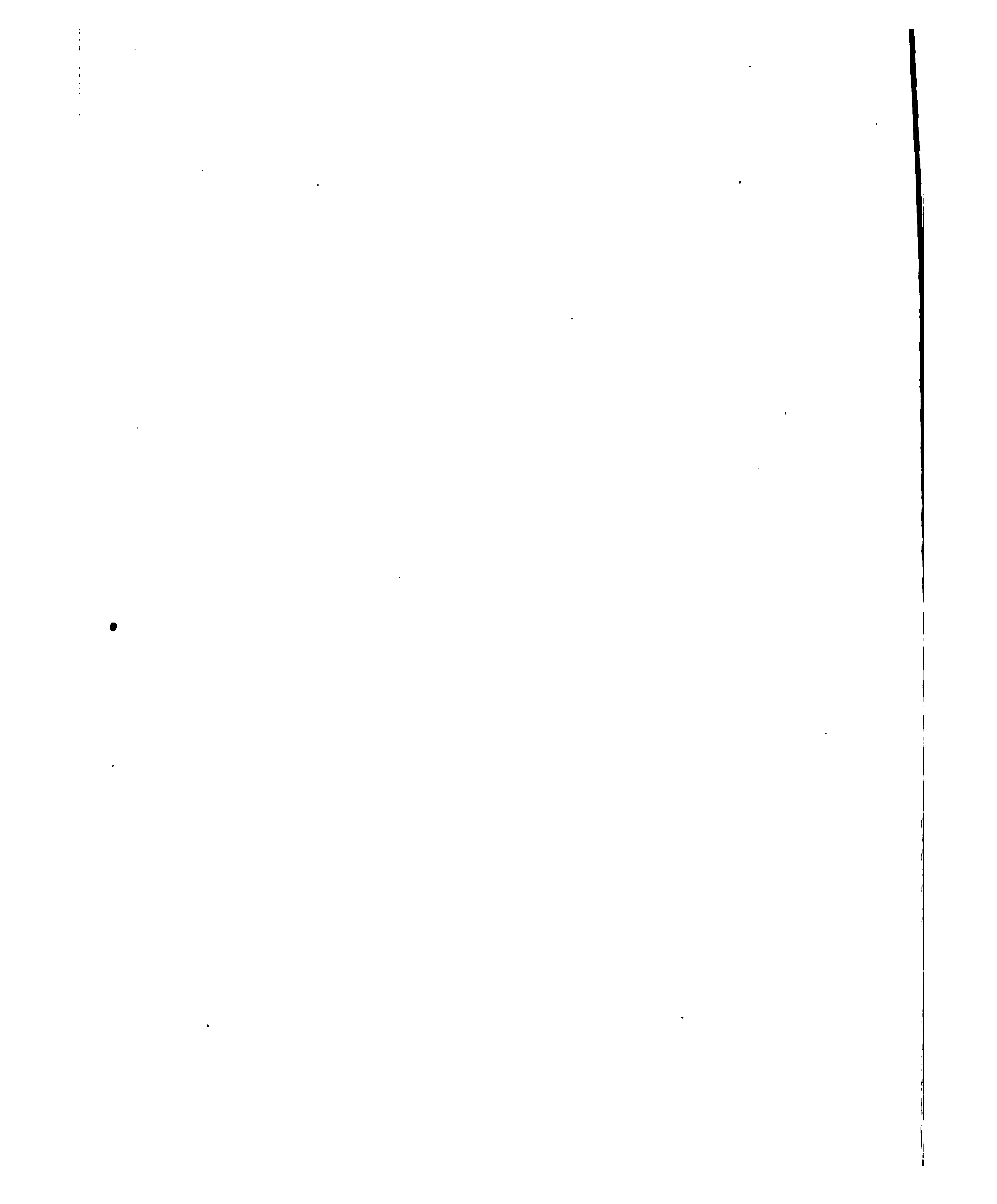
LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 4. Nr 1.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 19. Nr 1.

UEBER
KINOPLASMATISCHE VERBINDUNGSFÄDEN ZWISCHEN ZELLKERN UND CHROMATOPHOREN

VON

BENGT LIDFORSS

LUND 1908
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI



Mit den folgenden Zeilen beabsichtige ich einen kleinen Beitrag zur Morphologie der Pflanzenzelle zu liefern. Es handelt sich um gewisse Differenzierungen in den Protoplasten vegetativer Zellen, welche nicht selten, wenigstens teilweise, intra vitam gut sichtbar sind, die aber bei Behandlung mit den meisten üblichen Fixirmitteln entweder gar nicht oder doch nur in mehr oder weniger destruirtem Zustande konservirt werden. Die betreffenden Differenzierungen präsentiren sich als eine Art Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren, und zwar erscheinen sie entweder als direkte *Kernfortsätze,* die als feine Ausläufer des in diesem Falle meistens bipolaren Kernes das Cytoplasma durchsetzen, oder sie sind Ausläufer *der Kernmembran,* die als eine erythrophile Hülle die grösstenteils kyanophile Grundmasse des Kerns umgiebt. In beiden Fällen würde man also diese Gebilde nach der Strasburgerschen Terminologie als *kinoplasmatische* Fasern bezeichnen.

Die betreffenden Structurverhältnisse fesselten meine Aufmerksamheit schon von Jahren, als ich plasmolytische Bestimmungen mit den chloroplastführenden Epidermiszellen verschiedener wintergrünen Pflanzen vornahm. Bei scharfer Einstellung konnte ich bei *Pyrola, Bellis, Aucuba* u. s. w., in vielen Fällen, besonders wenn die Protoplasten ein wenig beschädigt waren, direkt sehen, wie sich der Kern — meistens bipolar, aber stellenweise auch seitlich — in Ausläufer fortsetzte, welche teilweise blind im Hyaloplasma zu endigen schienen, teilweise aber mit den Chloroplasten in Verbindung traten. Auch konnte man unter Umständen recht deutlich wahrnehmen, wie die Chloroplasten in solchen Zellen durch dünne Fäden mit einander in Verbindung standen. Als ich aber versuchte, diese Verbindungsfäden durch Überführung der Schnitte in abs. Alkohol zu fixiren, misslang dies in der Regel vollständig: die Fäden schrumpften zusammen und wurden bald bis zur Unkenntlichkeit desorganisirt. Nicht viel besser erwiesen sich die anderen in der botanischen Mikroteknik eingebürgerten Fixirungsmittel; sogar das Flemmingsche Gemisch versagte in den meisten Fällen, so dass ich die allmähliche Auflösung und Desorganisation der während der ersten Sekunden oder Minuten sehr deutlich sichtbaren Verbindungsfäden verfolgen konnte. Meistens konnte ich dann auch die Wahrnehmung machen, dass der im lebenden Zustande längliche, bipolar zugespitzte Zellkern sich zu einem rundlich-ovalen, grobgranulirten und von einer scharf abgesetzten Membran umgebenen Körper verwandelte.

Nur durch kurze Behandlung mit *Osmiumsäuredämpfen*, deren vorzügliche Wirkung ich vorher an Pollenschläuchen kennen gelernt hatte, und durch nachträgliche Überführung in steigenden Alkohol war es möglich, die betreffenden Strukturen postmortal einigermassen zu erhalten. In dieser Weise ist es mir in den meisten der untersuchten Fälle gelungen, ziemlich gute Resultate zu bekommen. Indessen beschränkt sich meine Untersuchung auf eine verhältnismässig geringe Anzahl von Gefässpflanzen, die allerdings ohne Auswahl den verschiedensten Familien entnommen sind und deshalb eine ziemlich adäkvate Vorstellung von den einschlägigen Verhältnissen geben dürften. Bevor ich zur Besprechung der von mir angewandten Fixirungsmetode und der in dieser Weise gewonnenen Resultate übergehe, dürfte es angemessen sein, die in der Litteratur nach dieser Richtung hin vorhandenen Angaben, sofern sie sich auf die vegetativen Zellen der höheren Pflanzen, an dieser Stelle zu berücksichtigen.

Dass der Zellkern durch besondere, gegen das übrige Cytoplasma abgegrenzte Kinoplasmafäden mit dem Hyaloplasma in Verbindung stehe, hat Strasburger schon vor mehreren Jahren *vermutungsweise* ausgesprochen [1], ohne indessen diese Hypothese durch cytologische Befunde stützen zu können. Eine reale Basis gewann die von Strasburger geäusserte Vermutung eigentlich erst durch die Beobachtungen Miehe's an Epidermiszellen von *Hyacinthus orientalis* [2]. An Material, das mit Flemmingscher Flüssigkeit fixirt und mit dem Safranin-Gentianaviolett-Gemisch gefärbt war, konnte Miehe feststellen, dass der Zellkern dieser Zellen meistens in 3—4 Zipfel ausgezogen ist, in denen zunächst noch chromatische Nukleinkörnchen zu bemerken sind, so dass sie sich noch als zum Kern gehörig erweisen; allmählich werden jedoch, in dem Masse als sich die Zipfel verlängern, die Körnchen seltener, bis schliesslich in den Fäden gar keine mehr enthalten sind, der Kern also unmerklich in die kinoplasmatischen Fasern übergegangen ist. Miehe stellte ausserdem fest, dass diese Fasern bis zur Hautschicht verlaufen, und dass die spindelförmige Gestalt des Zellkerns bei der allmählichen Streckung der Zelle als Zwangsform zustande kommt; deshalb nennt er die Fäden »kinoplasmatische Aufhängefäden».

Es lässt sich kaum bezweifeln, dass entsprechende Gebilde auch von älteren Autoren gelegentlich beobachtet worden sind. Besonders hat Haberlandt in seiner vor zwanzig Jahren erschienenen Arbeit »Über die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen» [3]) einige Bilder (Taf. I Figg. 58 und 59.) mitgeteilt, die sich offenbar auf ähnliche Strukturverhältnisse wie die von Miehe geschilderten beziehen, die aber nach Haberlandt's Ansicht nicht auf einem activen Gestaltungsstreben des Kernes beruhen, sondern auf »einer Wirkung der passiven Zerrungen, welche die zähflüssige Kernmasse seitens des strömenden Plasmas

---

[1]) Strasburger, Ueber Cytoplasmastrukturen, Kern- und Zellteilung, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXX p. 384.

[2]) H. Miehe, Histologische und experimentelle Untersuchungen über die Anlage der Spaltöffnungen einiger Monokotylen, Bot. Centralblatt Bd. LXXVIII (1899).

[3]) Jena 1887.

erfährt». Haberlandt meint deshalb, dass jene Abweichungen von der typischen Form der pflanzlichen Zellkerne mit deren Funktion in keinem Zusammenhange stehe [1]).

Aus den letzten zehn Jahren, die seit der Veröffentlichung der Miehe'schen Arbeit verflossen sind, liegen nur wenige Angaben vor, die mit den uns interessirenden Structurverhältnissen in Verbindung gebracht werden könnten. In den Embryosackmutterzellen verschiedener *Liliacéen* beobachteten Mottier [2]) und Bouin [3]) eigentümliche fädige Differenzirungen im Cytoplasma, welche entweder eine Art Filz resp. eine dichtere Zone im Umkreis des Kerns bildeten, oder als deutlich sichtbare Massen von dicken fast parallel verlaufenden oder in mehreren Richtungen ausstrahlenden Fäden hervortraten. Ahnliche cytoplasmatische Structuren soll Dixon bei *Lilium longiflorum* beobachtet haben, obwohl er sie als Spindeln angesehen hat, was sie nach Mottier sicherlich nicht sind. Offenbar handelt es sich in diesen Fällen um solche kinoplasmatische Structuren, welche ich besonders schön bei *Tulipa silvestris* und anderen *Liliacéen* beobachtet habe [4]) und die schon vorher von Guignard und Rosen [5]) bei verschiedenen Liliacéen gesehen wurden. Ob diese in Embryosackmutterzellen und meristematischen Geweben temporär auftretenden Differenzirungen mit den in dieser Arbeit beschriebenen Structuren homologisirt werden können, wage ich nicht zu entscheiden, halte es aber nicht für unwahrscheinlich; u. A. könnte der Umstand, dass die betreffenden fädigen Structuren in den Embryosackmutterzellen — wenigstens in den von mir untersuchten Fällen — nur mit Osmiumsäurehaltigen Fixirmitteln (Flemmings Gemisch) erhalten werden, für eine derartige Annahme sprechen. Auch die von Juel [6]) in den Embryosackmutterzellen von *Larix sibirica* beschriebenen faserigen Plasmapartien gehören, wie der Autor selbst hervorhebt, offenbar in dieselbe Kategorie wie die von Mottier, Bouin und Dixon beobachteten Structuren.

In allen diesen Fällen handelt es sich von faserigen Structuren im Cytoplasma, die meistens gewisse lokale Beziehungen zum Zellkern resp. zur Kernmembran zeigen, die aber nicht als Kernfortsätze oder Ausläufer von Zellkern aufgefasst werden können. Das nämliche gilt auch von der Mehrzahl der von Nemec [7]) beschriebenen »reizleitenden Structuren», die, wenigstens nach dem Text und den Abbildungen zu urteilen, des öfteren mit dem Kern in Berührung treten,

---

[1]) l. c. p. 126.

[2]) Mottier, Ueber das Verhalten der Kerne bei der Entwickelung des Embryosacks und die Vorgänge bei der Befruchtung, Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. XXXI p. 126.

[3]) Ref. Botan. Centralblatt Bd. LXXX p. 225—226 (von Nemec).

[4]) Lidforss, Zur Physiologie des pflanzlichen Zellkernes, Acta Reg. Soc. Physiograph. T. VIII (1897) p. 10 u. ff.

[5]) Vgl. Rosen, Beiträge zur Kentnis der Pflanzenzellen III, Cohns Beiträge zur Biol. der Pflanzen Bd. VII S. 249 ff. und die dort citirte Litteratur.

[6]) Juel, Beiträge zur Kentnis der Tetradenteilung, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXXV p. 634.

[7]) Nemec, Die Reizleitung und die reizleitenden Structuren bei den Pflanzen, Jena 1901.

im allgemeinen aber nicht Kernfortsätze im Sinne MIEHE's darstellen. Nach NEMEC sollen diese Gebilde, die im Plasma der meristemtischen Zellen in der Nähe der Vegetationspunkte besonders stark ausgebildet sind, aus zahlreichen homogenen Fäden zusammengesetzt sein, die von einer dichten granulären Plasmascheide eingehüllt sind; letztere reagirt nach NEMEC kyanophil, während die homogene Fibrillen-Subztanz erythrophil erscheint. Nach HABERLANDT, welcher die betreffenden Structuren zunächst für Kinoplasmafasern im Sinne STRASBUGERS gehalten hatte [1], sind die NEMECschen Plasmafibrillen identisch mit den schon von anderen Forschern beschriebenen längsfaserigen Structuren strömenden Plasmas, also nicht kinoplasmatisch [2]. Nach dem KOERNICHE [3]) kurz darauf erklärt hatte, dass »eine Anzahl in den cytologischen Untersuchungsmethoden sehr bewanderter Forscher nicht imstande war, in ihren Präparaten Plasmafibrillen in der Ausbildung wie sie NEMEC beschreibt und abbildet, zu erhalten», scheint man im Allgemeinen über die NEMEC'schen Fibrillen zur Tagesordnung übergegangen zu sein. Ich werde in Folgenden auf diese Verhältnisse zurückkommen, glaube aber schon jetzt hervorheben zu sollen, dass ich die Richtigkeit der HABERLANDTschen Deutung für die von ihm untersuchten Objekte keineswegs bezweifle, dass es aber unter den von NEMEC untersuchten Fällen einige giebt, wo es sich tatsächlich um kinoplasmatische Kernausläufer handelt, die mit den von MIEHE für *Hyacinthus* beschriebenen homolog sind, und die also auch zu der in dieser Arbeit behandelten Kategorie von Gebilden gehören. Dagegen muss ich dahingestellt lassen, ob die eigentümlichen amöboidähnlichen Kernfortsätze, welche W. MAGNUS [4]) in den pilzverdauenden Zellen bei *Neottia* und K. SHIBATA [5]) in den entsprechenden Elementen bei *Psilotum* entdeckt haben, mit den uns interessirenden Gebilden verwandt sind.

In allen diesen Fällen handelt es sich aber um faserige Differenzirungen, die eventuell mit dem Kern oder mit dem Hyaloplasma oder mit beiden in Verbindung stehen, die aber keine Beziehungen zu den Chromatophoren besitzen. Über morphologische Beziehungen zwischen dem Zellkern und den Chromatophoren sind die Angaben sehr spärlich, und die wenigen, welche vorhanden sind, finden sich fast ausschliesslich in der älteren Litteratur aus der — sit venia verbo — vormikrotomischen Zeit. So hat schon PRINGSHEIM [6]) gesehen, dass bei den *Spirogyren* die vom Zellkern ausstrahlenden Plasmafäden sich mit ihren Enden stets an

---

[1]) HABERLANDT, Ueber Reizleitung im Pflanzenreich, Biolog. Centralblatt Bd. XXI, 1901, S. 369 ff. Dagegen NEMEC, Die Bedeutung der fibrillären Structuren bei den Pflanzen, Biolog. Centralbl. Bd. XXI, S. 529 ff.

[2]) HABERLANDT, Ueber fibrilläre Plasmastructuren, Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XIX, 1901, S. 569 ff.

[3]) M. KOERNICKE, Der heutige Stand der pflanzlichen Zellforschung, Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XXI, 1903, S. (80—81).

[4]) W. MAGNUS, Studien an der endotrophen Mycorrhiza von Neottia nidus avis, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXXV (1900).

[5]) K. SHIBATA, Cytologische Studien über die endotrophen Mycorrhizen, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXXVII (1902).

[6]) Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XII, S. 304, Taf. XXIV, Fig. 4.

die Amylumherde der Chlorophyllbänder ansetzten. Dass »lokale Beziehungen» zwischen den Kernen und Chromatophoren in gewissen Fällen vorhanden sind haben auch SCHIMPER [1]) und SCHMITZ betont, ohne indessen morphologische Beziehungen namhaft zu machen. Erst bei HABERLANDT findet man für die höheren Pflanzen Angaben, welche den von PRINGSHEIM für Spirogyra gemachten entsprechen, aber auch hier handelt es sich nur um einen bestimmten, allerdings sehr bemerkenswerten Einzelfall. In der zweiten Auflage seiner Physiologischen Pflanzenanatomie (von 1896) giebt HABERLANDT eine schöne Abbildung von einer peripher gelegenen Parenchymzelle einer ergrünenden Kartoffelknolle, wo vom Kern aus feine Plasmafäden nach den Chloroplasten hinausstrahlen; in der letzten Auflage der Physiologischen Pflanzenanatomie (1904) wird dieselbe Figur wieder reproduzirt [2]) und die betreffenden, übrigens nur gelegentlich beobachteten Structurverhältnisse mit denjenigen bei *Spirogyra* verglichen; dagegen wird von analogen Befunden bei höheren Pflanzen nichts erwähnt.

Wie ich im Folgenden zu zeigen versuchen werde, sind diese von HABERLANDT gesehenen gegen die Chloroplasten hinausstrahlenden Plasmafäden insofern den MIEHE'schen »Aufhängefasern» homolog, als sie tatsächlich direkte Fortsätze der Kernmembran darstellen und in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe auch mit der Kernwandung übereinstimmen; ausserdem finden sich in der Hyacinthenzwiebel sehr schön ausgebildete Verbindungsfäden, die einerseits mit den in den Epidermiszellen vorhandenen kinoplasmatischen Fasern, andererseits mit den von HABERLANDT in der Kartoffel beobachteten Plasmafäden übereinstimmen. Übrigens ist es sicher kein Zufall, dass wir die wenigen diesbezüglichen Angaben in erster Linie HABERLANDT verdanken; dies beruht vermutlich nicht nur auf der anerkannten Beobachtungsgabe dieses Forschers, sondern auch darauf, dass HABERLANDT zu den nicht besonders zahlreichen Phytotomen gehört, die nicht ausschliesslich mit Mikrotom arbeiten. Die zarten Structurverhältnisse, auf die es hier ankommt, ertragen nämlich in vielen Fällen gar nicht die Paraffineinbettung, auch wenn dieselbe mit möglich grösster Vorsicht vorgenommen wird, und auch da, wo dies Verfahren angewendet werden kann, erhält man in der Regel ohne Mikrotom und Paraffineinbettung die besten Resultate [3]).

Schliesslich erlaube ich mir die Bemerkung dass, die in WARMING-JOHANNSEN's Lehrbuch der allgemeinen Botanik S. 125 vorhandene Angabe, nach welcher »von der Kernwandung oft strangartige Fortsätze ausgehen welche gleichsam den Kern

[1]) SCHIMPER, Untersuchungen über Chlorophyllkörper etc., Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. XVI p. 205—210, wo auch die von SCHMITZ erwähnten Fälle berücksichtigt werden. Vgl. auch HABERLANDT, Function und Lage des Zellkernes p. 117—122.

[2]) l. c. p. 241.

[3]) Selbstverständlich liegt es dem Verfasser vollständig fern, mit diesen Worten irgendeiner mikrotomfeindlicher Gesinnung Vorschub leisten zu wollen; es handelt sich nur um gewisse konkrete Fälle, wo die Mikrotomtechnik sich weniger geeignet erweist.

mit den äusseren Hautschichten des Cytoplasma oder mit verschiedenen anderen besonderen Organen in der Zelle z. B. den Chromatophoren verbinden» sich im letzten Punkte, wie auch im Text des Lehrbuchs angedeutet wird, auf Kentnisnahme einiger von meinen Präparaten gründet, die ich schon vor etwa sieben Jahren den dänischen Forschern bei einem gelegentlichen Besuche in Lund demonstriren konnte.

Nach dieser vorläufigen Orientirung werde ich zuerst die von mir benutzte Fixirungsmethode mitteilen und dann die in dieser Weise gemachten speciellen Beobachtungen vorlegen.

Methodisches.

Die von mir mit grossem Vorteil benutzte Fixirungsmethode ist sehr einfach und gestaltet sich folgendermassen. Dünne, aus der Hand gemachte Schnitte werden mit der Pincette angefasst und *5—15 Sekunden* unmittelbar oberhalb einer 2-prozentigen Osmiumsäurelösung gehalten. Am besten macht man dies in einer nur zur Hälfte mit Flüssigkeit gefüllten Flasche, die während der Operation horisontal oder schief gehalten wird. Dann werden die Schnitte rasch in 10-prozentigen Alkohol gebracht und mit Intervallen von anfangs 2—5 Minuten, später von etwas längerer Dauer in 15—20—25—30-prozentigen u. s. w. bis zum absoluten Alkohol hinauf, wo sie schliesslich 12—24 Stunden verweilen. Nach erfolgter Härtung werden die Schnitte wieder durch niedrigere Alkoholkonzentrationen in reines Wasser überführt und dann in später zu besprechender Weise gefärbt, eingeschlossen und aufbewahrt.

Durch diese Fixirungsmethode werden die uns interessirenden Structurverhältnisse meistens in vorzüglicher Weise konservirt.. Die gute Wirkung der Osmiumsäure beruht offenbar einerseits auf der bekanntlich sehr grossen Schnelligkeit, womit die Osmiumsäure als gasförmige und lipoidlösliche Substanz in das Plasma hineindringt; man kann dies leicht ad oculos demonstriren, wenn man Schnitte, welche gerbstoffhaltige Zellen enthalten, in die Osmiumatmosphäre hineinführt: der Zellsaft der betreffenden Zellen wird schon in 1—2 Sekunden gebläut, meistens scheidet sich bald ein dunkler Niederschlag ab. Andererseits hat die Osmiumsäure, worauf zuerst Bethe und Mönckenburg[1]) aufmerksam gemacht haben, eine ganz eigentümliche Einwirkung auf Eiweissstoffe, indem diese nicht koagulirt werden, sondern im Gegenteil bei längerer Einwirkung der Osmiumsäure zu einer nicht koagulirbaren Substanz oxydirt werden. Bei so kurzdauernder Einwirkung wie in diesem Falle — 5—15 Sekunden — wird dieser Zustand nicht erreicht, immerhin wird aber die Quellbarkeit der plasmatischen Eiweissstoffe in einer besonderen

---

[1]) Bethe und Mönckenburg, Die Degeneration der markhaltigen Nervenfasern der Wirbeltiere unter hauptsächlicher Berücksichtigung des Verhaltens der Primitivfibrillen. Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd. 54, 1899.

Weise verändert; denn tatsächlich werden bei nachträglicher Überführung in Alkohol nicht nur die ursprüngliche Form des Zellkerns, sondern auch die von ihm ausstrahlenden Fasern nach Vorbehandlung mit Osmiumsäure meistens auffallend gut erhalten, während dies ohne solche Vorbehandlung nur ausnahmsweise gelingt.

Bei der Nachbehandlung mit Alkohol muss darauf geachtet werden, dass die Schnitte nicht zu lange in den niedrigen Konzentrationen verweilen, weil die Verbindungsfasern bei längerem Aufenthalt in verdünntem Alkohol aufgelockert und gelöst werden; mehr als fünf Minuten ist nicht zu empfehlen, wenn die Alkoholkonzentration noch unter 50 % liegt. Andererseits darf die Überführung durch Alkohol nicht zu rasch gehen, weil sonst sehr leicht Risse sowohl im dünnen Plasmaschlauch wie im Zellkern entstehen können. In manchen Fällen hat es sich herausgestellt, dass der Sprung von 10 zu 20, 30-prozentigen Alkohol u. s. w. ohne Nachteil gemacht werden kann; ebenso habe ich unter Umständen ganz gute Bilder bekommen, wenn ich die Schnitte nach der Behandlung mit Osmiumsäure direkt in 30—40-prozentigen Alkohol und dann in gewohnter Weise weiter nach oben übertrug. Aber im Allgemeinen erwies es sich als das zuverlässigste, den langsamen Weg der allmählich von 10, 15 % u. s. w. ansteigenden Überführung zu gehen, und zwar wurde meistens ein Aufenthalt von c:a 3 Minuten in jeder der unter 50 % befindlichen Lösungen als der günstigste befunden.

Uebrigens habe ich das jetzt geschilderte Verfahren versuchsweise in verschiedener Weise variirt und besonders den Alkohol durch schärfer fixirenden Flüssigkeiten zu ersetzen gesucht. In dieser Weise habe ich die meisten üblichen Fixagen wie das Flemmingsche, Hermannsche, Keisersche, Carnoysche Gemisch sowie Alkohol-Eisessig in den verschiedensten Konzentrationen geprüft, ohne indessen so gute, geschweige denn bessere Resultate als mit Alkohol allein zu bekommen. Gar oft traten in den ersten Augenblicken der Einwirkung eines bestimmten Fixirungsmittel die intra vitam nur undeutlich zu sehenden Structuren mit überraschender Schärfe und Klarheit hervor, allein dieser Zustand änderte sich bald, indem die Fäden undeutlich kontourirt wurden und in einen körnigen Zerfall gerieten, während der Kern unter Bildung einer scharf abgesetzten Membran eine mehr weniger rundliche Form annahm. Dass man in besonders glücklichen Fällen mit einigen von den oben erwähnten Fixagen brauchbare Bilder erhalten kann, soll indessen nicht bestritten werden, und geht ja schon aus der eingangs erwähnten Arbeit von Miehe hervor. Doch habe ich derartige Erfahrungen nur mit Flemmingschen und Hermannschen Gemisch sowie mit Sublimatalkohol gemacht, und auch mit diesen Fixagen relativ selten.

Durch die jetzt gemachten Erörterungen ist die Frage, in wiefern die hier zu behandelnden Structuren als *Artefacte* gedeutet werden können, schon zum guten Teil erledigt. In jedem konkreten Falle habe ich nämlich die intra vitam zu sehenden Structurverhältnisse mit möglich grösster Genauigkeit verfolgt, und dann die Einwirkung der Chemikalien so weit möglich direkt unter dem Mikroskop verfolgt. In Bezug auf Artefacte wäre ja in erster Linie an die bekannten Sonnen-

strahlungen zu denken, die Alfred Fischer durch Einwirkung von Osmiumsäure auf Albumoselösungen erhalten und die er in seinem Buche über »Fixiring, Färbung und Bau des Protoplasmas» ausführlich geschildert hat. Allein schon der Umstand, dass der Zellkern, eben wie es Miehe für *Hyacinthus* geschildert hat und wie ich in vielen anderen Fällen gefunden, ohne scharfe Grenzen kontinuirlich in die betreffenden Fäden übergeht, spricht entschieden gegen eine solche Deutung unserer Gebilde. In einigen Fällen sieht man übrigens in lebenden Zellen die vom Kerne ausgehenden Fäden ungefähr mit der gleichen Deutlichkeit wie der Kern selbst.

In Bezug auf das Färbeverfahren kann ich mich ziemlich kurz fassen. Die entschieden besten Färbungen erhielt ich mit der Zimmermann'schen Fuchsin-Jodgrün-Methode [1] (oder Fuchsin-Methylgrün nach der selben Vorschrift). Sollten die Schnitte in Glyceringelatine aufbewahrt werden, so lies ich das rotblaue Gemisch nur kurze Zeit, 1—3 Minuten, einwirken, wusch dann mit Wasser aus und übertrug in Glycerin-Gelatine. Sollte dagegen Canadabalsam als Einschlussmittel verwendet werden, so musste die Farbstofflösung viel länger, 10—15 Minuten, einwirken, und die Ueberführung in Canadabalsam geschah dann meistens durch 50 % Jodalkohol, abs. Jodalkohol, Alkohol-Chloroform, Chloroform und Canadabalsam. Der Umstand, dass die Zellen mit gut fixirten Protoplasten immer von intakten Cellulosewänden umschlossen waren, erwies sich aber für die Uebertragung in Canadabalsam sehr unvorteilhaft, wenn es auch unter Umständen gelang, in dieser Weise ganz hübsche Präparate zu bekommen.

Was die Färbung sonst betrifft, so sind bekanntlich eben die osmirten Kerne als sehr schlecht färbbar verrufen. Bei so kurzdauernder Osmiumbehandlung wie sie hier zur Verwendung gelangte, machte sich dieser Umstand nicht besonders fühlbar; wenigstens erwiesen sich z. B. die Liliacéen-Kerne fast durchgängig als sehr gut tinktionsfähig, wenn sie den Alkohol passirt hatten. In anderen Fällen erwies sich eine Nachbehandlung mit schwefliger Säure nach den Vorschriften von Bethe und Mönckenburg als recht vorteilhaft. Grössere Gerbstofffällungen, welche für die Beobachtungen hinderlich sein würden, suchte ich durch nachträgliche Behandlung mit Wasserstoffsuperoxid zu entfernen, was indessen nicht immer gelang.

Die mit Fuchsin-Jodgrün erhaltene Differenzirung gestaltete sich meistens so, dass die Hauptmasse des Kerns sich schön blau tingirte, die Nucleolen rot, die Kernmembran und die von ihr ausgehenden Fäden ebenfalls rot. Letztere Färbung nahmen immer die Chloro- und Leukoplasten an, ebenso eventuel vorhandene Elaioplasten *(Haemanthus)*.

Recht gute Differenzirungen bekam ich unter Umstanden mit Renault's Hämatoxylin-Eosin, wobei die Hauptmasse des Kerns violett, die Kernmembran, Ausläufer und Chromatophoren ziegelroth tingirt wurden. Diese Färbung gelang aber lange nicht so allgemein wie die mit Fuchsin-Jodgrün. Mit der sonst so beliebten Safranin-Gentianaviolett-Orange-Verfahren bekam ich selten befriedigende

[1] Vgl. Zimmermann, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, Bd. II, Heft 1, S. 5.

Resultate, was zweifelsohne in erster Linie durch die Cellulosemembranen verschuldet wurde. Dagegen lieferte die Färbung mit Gentianaviolett nach Gram in manchen Fällen gute Bilder, wobei die Kernausläufer deutlich violett wurden.

Versuche die betreffenden Structuren durch Vitalfärbung sichtbar zu machen schlugen fehl. Dagegen konnte man in gewissen Fällen den Kern mit seinen Ausläufern etwas deutlicher sehen, wenn der Zellsaft durch Aufnahme von sehr verdünnter Dahlialösung vorher violett gefärbt worden.

Im übrigen sind die hier zu behandelnden Structuren meistens schon bei mässiger Vergrösserung (etwa Objektiv VII von Leitz) zu sehen, allerdings oft erst bei guter Beleuchtung mit Auerlicht.

Specielle Beobachtungen.

Dikotyledones.

Ranunculus Lingua.

(Fig. 1—4.)

Als Untersuchungsmaterial diente hauptsächlich die wintergrünen, submers kriechenden Rhizome, doch wurden nebenbei auch die aufrechten Sommersprosse untersucht.

Beobachtungen am lebenden Material:

In den Epidermiszellen des Stengels sind nur spärliche, ziemlich kleine Chloroplasten vorhanden, im subepidermalen Parenchym finden sich dagegen grosse, zahlreiche, oft in Längsreihen angeordnete Chlorophyllkörper, die im November—Dezember durch erhebliche Stärkeeinschlüsse beulenartig aufgetrieben sind. In lebenden Zellen erblickt man den Zellkern als einen relativ grossen, meistens bipolar gebauten, spindelförmigen Körper, der sich an den mittleren Seitenwänden recht scharf gegen das umgebende Cytoplasma abhebt; an den beiden Polen werden dagegen die Contouren öfters mehr oder weniger verschwommen, und man bekommt unter Umständen den Eindruck, dass der Kern hier ohne Grenzen in das Cytoplasma übergehe. Der sichtbare Teil des Kernes hat eine undeutlich granulirte-hyaline Beschaffenheit. Zwischen den Chloroplasten erblickt man bisweilen, aber doch ziemlich selten, einzelne Verbindungsfäden. Auf der Oberfläche des Kerns so wie an den Verbindungsfäden finden sich — aber ziemlich spärlich — kleine runde lichtbrechende Körner, die wahrscheinlich Öltröpfchen darstellen. — Wenn man Schnitte, die einige Zeit lang in physiologischer (6 %) Rohrzuckerlösung aufbewahrt wurden, in reines Wasser überträgt, werden die plasmatischen Structuren oft besser sichtbar, insbesondere die Form und Abgrenzung des Kerns.

An Material, das nach der oben angegebenen-Osmium-Alkohol-Methode fixirt wurde, haben die Kerne ihre spindelförmige bipolare Gestalt erhalten, nur sind sie

meistens etwas schmäler als im lebenden Zustande. Grössere Granulationen sind nicht vorhanden, dagegen sind die Nucleolen (3—6) sehr gut sichtbar. Die Hauptmasse des Kerns erscheint an den mit Fuchsin-Jodgrün tingirten Präparaten schön blau, die Nucleolen rot. Gegen das Cytoplasma ist der Kern durch einen roten Saum (die Kernmembran) abgegrenzt; seine Contouren sind, besonders in den Epidermiszellen, öfters etwas zackig — wie eine sehr abgenutzte Sägeklinge — und diese rotgefärbten Zacken laufen nicht selten als zarte Fäden zu den Chloroplasten hin, um im Anschluss an diesen zu endigen. An den polaren Enden wird der Kern immer schmäler, und schliesslich jederseits in einen dünnen Faden ausgezogen, der hauptsächlich als eine Fortsetzung der Kernmembran zu betrachten ist; indessen geht auch die Kernsubstanz unmerklich und ohne scharfe Grenze in diesen Ausläufer hinüber. Die betreffenden Kernfortsätze, die man nach der Strasburger'schen Terminologie wohl nicht anders als kinoplasmatische Fasern nennen möchte, treten in den chlorophyllführenden Zellen immer mit den Chloroplasten in Verbindung, die auch unter sich durch erythrophile Plasmafasern verbunden sind (Fig. 2). Auf solchen Präparaten bildet der Kern mit den Chloroplasten in dieser Weise anscheinend ein in sich geschlossenes System. — In kürzeren, mehr isodiametrischen Parenchymzellen findet man nicht selten tripolare, dreieckige Kerne, die in drei Hauptausläufer ausstrahlen, sich sonst aber ganz wie die jetzt beschriebenen bipolaren Kerne verhalten. — In lädirten oder sonst beschädigten Zellen sieht man oft, wie der Kern unter Granulirung des Inhalts eine rundlich ovale Form annimmt und sich mit einer scharf umschriebenen Membran umgiebt, während gleichzeitig die Ausläufer verschwinden.

Der Zellkern und die jetzt beschriebenen Kernfortsätze resp. Verbindungsfäden bilden indessen kein starres, morphologisch festgelegtes System, so scharf und wohldifferenziert auch diese Gebilde an mit Osmiumsäure-Alkohol fixirtem Material hervortreten. In unverletzten Zellen von Schnitten, welche im Wasser aufbewahrt werden, gewahrt man meistens etwa nach einer Viertelstunde eine ziemlich lebhafte Protoplasmaströmung, die offenbar durch den Wundreiz hervorgerufen ist; gleichzeitig heben sich die Contouren des Zellkerns und der Kinoplasmafasern viel deutlicher gegen das Cytoplasma ab (Fig. 4 a). Die oben erwähnten kleinen Öltröpfchen fangen an sich zu bewegen, gleiten an der Oberfläche des Kerns oder in der peripheren Kinoplasmaschicht der Kernmembran, und gehen oft auf die Kernfortsätze und Verbindungsfäden hinüber, auf denen sie dann wie auf Schienen weiterrutschen, ohne indessen immer an die momentan sichtbaren Fasern gebunden zu sein. Gleichzeitig konstatirt man auch, dass der Kern fast wie eine Amöbe seine Form verändert, so dass ein anfangs bipolar gestreckter Kern in einigen Minuten ein fast runde Form annehmen kann, oder ein dreieckiger Kern — mit drei Ausläufern — sich in einen bipolaren mit zwei Ausläufern verwandelt. Bisweilen behält der Kern seine Form, wenigstens annähernd, konstant, während die kinoplasmatischen Fasern sehr wechselnde Gestalten annehmen, und bald hie, bald da sehr scharf differenziert zum Vorschein kommen, um dann wieder unsichtbar zu werden. Auch

die Dicke der Verbindungsfäden schwankt erheblich: so kommt es vor, dass eine Kinoplasmafaser plötzlich wie ein gespannter Muskel anschwillt und im nächsten Augenblick wieder auf die ursprüngliche Form zurückgeht. Bei solchen Gelegenheiten habe ich wiederholt gesehen, wie die Chloroplasten anscheinend *in* den Fäden und von diesen umschlossen sich gegen den Kern zu oder auch umgekehrt bewegten. In den angeschwollenen Fasern ist der centrale Teil oft deutlich granulirt, sonst sind diese Gebilde — abgesehen von den oben erwähnten Öltröpfchen — von annähernd homogen-hyaliner Beschaffenheit.

Ranunculus auricomus.

In den lebenden Epidermis-Zellen der Unterseite des Blattes erblickt man den Kern sehr deutlich als einen granulirten Körper mit triangulärer, eiförmiger oder bisweilen rundlich-nierenförmiger Gestalt. Die Ausläufer sind sehr deutlich zu sehen, ziemlich zahlreich und bestehen aus recht starken Strängen, die sich stellenweise sehr deutlich als Fortsetzungen der Kernmembran präsentiren. Die Ausläufer schwellen bisweilen lokal an, und erscheinen dann an solchen Stellen etwas granulirt; sie anastomasiren öfters mit einander.

Die Chloroplasten sind von eigentümlicher Beschaffenheit und bestehen aus einem äusseren, dichten, deutlich grüngefärbten Ring, und einer inneren, ungefärbten Vacuole. Meisten liegen ihrer 4—7 in den Kern eingesenkt, die übrigen sind durch Verbindungsfäden mit dem Kern und mit einander verbunden. — In 5 % Glucoselösung erscheint das nämliche Bild, nur sind die Structuren in diesem Falle etwas undeutlicher. In dieser Lösung wie auch im Leitungswasser erscheinen nach einiger Zeit im Zellsaft lebhaft zitternde Krystalle, die wohl ihre Entstehung irgend einem Stoffaustritt aus dem Plasma verdanken.

An mit Os.-Alkohol fixirten Material färben sich bei Behandlung mit Fuchsin-Jodgrün zuerst die Kerne schön blau, während die Chloroplasten noch ungefärbt bleiben. Nach einiger Zeit werden diese schön rot, und nach längerer Einwirkung (10—15 Minuten) erscheint die Peripherie des Kerns — die Kernmembran — deutlich rot, die Kernsubstanz blauviolett, die Nucleolen rot, ebenso die Chloroplasten und die Verbindungsfäden deutlich rötlich. — Mit Renaults Hämatoxylin färbt sich die Kernsubstanz violett, die Membran, die Ausläufer und die Chloroplasten gelblich ziegelrot.

Andere *Ranunculus*arten wie z. B. *Ranunculus Nyssanus* stimmen mit Rücksicht auf die uns interessirenden Verhältnisse mehr mit *R. Lingua* überein. Bei *R. Nyssanus* führen die Epidermiszellen grosse, rundlich-linsförmige oder stumpf dreieckige Kerne mit dünner, hyaliner Membran, von welcher 3—6 Ausläufer zu den ziemlich grossen Chloroplasten hinausstrahlen; oft liegen 2—5 Chloroplasten in den Kern hineingesenkt. — In absterbenden Zellen kommt nicht selten — wahrscheinlich als traumatische Reaktion — ein ziemlich reiches Fadenwerk, das teilweise

keine Beziehung zu den Chloroplasten zeigt, zum Vorschein um dann wieder zu verschwinden. Beim fortschreitenden Absterben rundet sich der Kern ab, wird grobgranulirt und umgiebt sich mit einer scharf begrenzten Membran, während die Ausläufer bis zur völliger Vernichtung desorganisirt werden.

Anemone nemorosa.

(Fig. 6, 7.)

Auch bei *Anemone*arten *(Anemone nemorosa* und *A. ranunculoides)* wurden die nämlichen Structuren wie bei *Ranunculus* in exquisiter Schönheit beobachtet, und zwar in erster Linie in den Epidermiszellen der Blätter, aber auch in den Zellen des Schwammparenchyms; hier sind die Kerne etwas dicker als in den Epidermiszellen, aber ganz wie bei *Ranunculus Lingua* bipolar gebaut, und ihre in feine Fäden ausgezogene Enden treten mit den Chloroplasten in Verbindung. Dies konnte auch — bei den Zellen des Schwammparenchyms — an mit FLEMMINGS Gemisch fixirten und dann nach erfolgter Paraffineinbettung geschnittenem Material konstatirt werden.

Recht bemerkenswert sind die Verhältnisse in den Zellen der Rhizome. Als Untersuchungsmaterial diente mir einige im Januar ausgegrabene Rhizomstücke, welche nach einem mehrtägigen Aufenthalt im warmen Zimmer zu treiben angefangen hatten. Am deutlichsten präsentiren sich die betreffenden Verhältnisse in den unmittelbar unter dem Periderm gelegenen Zellen, wo die Stärkekörner kleiner und nicht so zahlreich sind wie tiefer im Gewebe. Die Kerne sind ziemlich gross, rundlich-oval, bisweilen bipolar; in nach der Osmium-Alkohol-Methode fixirten und mit Fuchsin-Jodgrün gefärbten Schnitten ist ihre Hauptmasse fast homogen, blau tingirt, mit 1—3 rötlich durchschimmernden Nucleolen und einer hyalin-farblosen oder schwach rotgefärbten Membran, von welcher bald ziemlich dicke, bald sehr dünne Ausläufer zu den Stärkekörnern hinausstrahlen (Fig. 7). Oft liegt der Kern eingeklemmt mitten in einem Haufen von Stärkekörnern, von denen dann Fäden zu den mehr peripher gelegenen Körnern hinausgehen (Fig. 6). Analoge Verhältnisse finden sich, wie bald eingehend gezeigt werden soll, auch bei anderen unterirdischen Speicherorganen, besonders schön bei den Zwiebeln der Monokotylen.

Aucuba japonica.

(Fig. 12, 12 a, 12 b.)

In lebenden Epidermiszellen (des Blattes) erscheinen die Kerne als scharf markirte, hyaline, äusserst schwach granulirte, spindelförmige bipolare Körper; gegen die beiden Polen werden sie immer schmäler, und die Contouren werden undeutlicher, so dass die polaren Partien der Kerne überhaupt nicht zu sehen sind. Unter Umständen lassen sich doch die zugespitzten Kernenden verfolgen, und man kann

dann auch konstatiren, dass die fadenförmig ausgezogenen Ausläufer mit Chloroplasten in Verbindung treten. Letztere sind in den Epidermiszellen ziemlich klein, blassgrün. In lädirten Zellen werden die vorher spindelförmigen Zellkerne rundlich und umgeben sich mit einer scharf umschriebenen Membran, während gleichzeitig der Inhalt mehr oder weniger granulirt wird.

Die Fixirung gelingt meistens recht gut nach der Osmium-Alkohol-Methode; die Plasmastructuren sind bei dieser Pflanze, wenigstens in den Epidermis- und Mesophyllzellen der Blätter, ziemlich stabil, so dass man unmittelbar nach der Osmiumbehandlung (15 Sekunden) direkt in 40-prozentigen Alkohol überführen kann. Mit Fuchsin-Methylgrün erhält man oft, besonders bei Nachbehandlung mit schwefliger Säure, ganz gute Differenzierungen, indem die centrale Masse des Zellkerns schön blau tingirt wird, die Nucleolen, die Kernmembran, die Verbindungsfäden und die Chloroplasten rot. An den beiden zugespitzten Enden geht die blaue Kernsubstanz ganz unmerklich in die rot gefärbten Ausläufer hinüber, so dass eine scharfe Grenze zwischen dem Kern und den polaren Ausläufern gar nicht existirt. Von den seitlichen Partien des Kerns gehen oft kürzere Ausläufer auf die Chloroplasten zu, diese Fasern sind dann meistens deutliche Fortsätze der Kernmembran, die sich hier gegen die Grundmasse des Kerns bedeutend schärfer abhebt als an den polaren Partien.

Eine recht gute Differenzierung erhält man auch, wenn man die in Osmium-Alkohol fixirten Schnitte mit Methylgrün-Essigsäure behandelt. Auch die Chloroplasten werden dann schön grün gefärbt und die Kernausläufer erscheinen sehr deutlich.

Übrigens sind die Ausläufer ebenso wie die Kerne bei *Aucuba* ziemlich resistent gegen Chemicalien, wenn sie nur einmal fixirt sind. Nach 24-stündiger Behandlung mit 0,3 % HCl waren die Kerne dunkler, etwas bräunlich gefärbt, allein die Contouren traten sehr scharf hervor, und die Ausläufer waren gut sichtbar. Nach entsprechender Behandlung mit 1 % Sodalösung erwiesen sich die Kerne völlig unverändert und die Ausläufer fast ganz intakt, was besonders nach Zusatz von Methylgrün-Essigsäure auffiel.

Im Schwammparenchym des Blattes sind die Kerne meistens bipolar gebaut, doch trifft man auch tripolare, dreieckige Formen, welche übrigens auch in gewissen Epidermiszellen vorkommen. Im Allgemeinen sind die Kerne des Mesophylls in den centralen Partien etwas dicker als diejenigen der Epidermiszellen; das nämliche gilt auch von den Kernen in dem Assimilationsparenchym der Rinde. Sowohl im Mesophyll wie im Rindenparenchym konnte indessen an mit Osmium-Alkohol fixirten Schnitten konstatirt werden, dass die polaren Ausläufer mit den Chloroplasten in Verbindung treten (Fig. 12 a, 12 b).

Aucuba longifolia und *A. viridis* stimmen in Bezug auf die uns interessirenden Verhältnisse völlig mit *A. japonica* überein.

Bellis perennis.

In den lebenden Epidermiszellen der Blätter ist der Kern meistens gut sichtbar als ein hyaliner rundlich-ovaler Körper, etwas grösser als die Chloroplasten. Letztere sind ziemlich gross und verhältnismässig zahlreich; einige von ihnen, oft 4—5 Stück, liegen dem Kern dicht angedrückt, von diesen Chloroplasten gehen dann deutliche Plasmafäden zu den Nachbarchloroplasten. Liegen keine Chloroplasten unmittelbar am Kern, so finden sich fast immer Verbindungsfäden zwischen diesem und den nächsten Chloroplasten. Diese Verbindungsfäden sind in der unmittelbaren Nähe des Kernes intra vitam sehr gut zu sehen [1]), auf grösserer Entfernung vom Kern werden aber die Contouren undeutlich.

Als Schnitte, welche im lebenden Zustande sehr deutliche Verbindungsfäden zeigten, in abs. Alkohol überführt wurden, kontrahirte sich der Kern sehr stark, und in den meisten Zellen verschwanden die Verbindungsfäden vollständig; nur stellenweise konnten Reste von den zerrissenen Fasern gespürt werden.

Nach Fixirung und Härtung mit Osmiumsäure-Alkohol erwiesen sich die im Leben vorhandenen Structuren meistens gut erhalten. Es war dann oft sehr deutlich zu sehen wie der Kern mit einem oder mehreren Chloroplasten *verwachsen* war; die Verbindungsfäden waren sehr deutlich zu sehen, besonders die dickeren; diese erwiesen sich aber ungewöhnlich spröde, so dass sie trotz der angewandten Vorsicht oft stellenweise abgebrochen waren. Mit Fuchsin-Jodgrün erhielt man ziemlich gute Färbung, indessen nahmen Verbindungsfäden und Kernmembran verhältnismässig wenig Farbstoff auf.

Auch im Blattstielparenchym wurden analoge Structurverhältnisse gefunden.

Von *Compositen*, deren chlorophyllführende Blattepidermis ungefähr dieselben Structurverhältnisse zeigt wie die jetzt beschriebenen von *Bellis*, mögen besonders erwähnt werden: *Lactuca virosa*, *Crepis grandiflora* (Fig. 11), *Senecio vulgaris*, *Taraxacum vulgare*. Die Kerne sind hier meistens etwas grösser als bei *Bellis;* besonders bei *Crepis* und *Lactuca* sind Verwachsungen zwischen Zellkern und Chloroplasten oft sehr schön zu sehen. Letzteres gilt auch von Verbindungsfäden zwischen Kern und Chloroplasten.

Pyrola minor.

(Fig. 13.)

Osmiumsäure ruft in den Epidermiszellen und auch in gewissen Mesophyllzellen einen schwarzblauen Niederschlag hervor, der durch Wasserstoffsuperoxid nur teilweise entfernt werden kann, was die Beobachtung unter Umständen sehr erschwert.

---

[1]) Allerdings nur bei Auerlicht, nicht bei Tageslicht.

Die unteren Epidermiszellen der *Pyrola*-arten führen meistens grosse und zahlreiche Chloroplasten [1]), die durch relativ dicke Verbindungsfäden mit dem Kern kommuniciren. Letzterer ist ziemlich gross eiförmig-spindelförmig mit den polaren Enden zu anfangs kräftigen, aber zuletzt ganz dünnen Fäden ausgezogen. Wie bei *Aucuba* geht auch hier die Kernsubstanz ohne irgend eine sichtbare Grenze in die polaren Ausläufer hinüber; ausserdem strahlen vom Kern aus auch seitliche Fäden, die von der Kernmembran ausgehen, zu den Chloroplasten hin. Analoge Structurverhältnisse wurden auch im Chlorophyllparenchym des Blattstiels gefunden.

Auch andere *Pyrola*-arten wie z. B. *Pyrola secunda* und *P. chlorantha* zeigten in den Epidermiszellen entsprechende Verhältnisse.

Rumex Acetosa.

(Fig. 8.)

In den Epidermiszellen dieser Pflanze liegen kleine blassgrüne Chloroplasten, von denen die meisten lokale Beziehungen zum Zellkern zeigen, indem sie oft einen fast geschlossenen Ring um den Kern bilden. Durch Fixirung und Härtung mit Osmium-Alkohol konnten auch hier Structuren nachgewiesen werden, welche, wie die Fig. 8 zeigt mit den vorhin beschriebenen völlig analog waren. In beschädigten Zellen, wie sie beim Schneiden immer entstehen, präsentirte sich der Kern als ein grobgranulirter, von einer scharf umschriebenen Membran umgebener Körper; von den Verbindungsfäden war in derartigen Zellen gar nichts zu sehen.

Sempervivum arboreum.

(Fig. 13.)

Von dieser Pflanze wurde nur das Assimilationsgewebe der Blätter untersucht, und zwar in erster Linie die grossen chlorophyllreichen meistens gerbstofffreien Zellen, die durch eine abgeplattete, sehr gerbstoffreiche Zellschicht von der unteren Epidermis getrennt sind. Nachdem die untere Epidermis auf einer gewissen Strecke abgezogen war, wurde an dieser Stelle ein Schnitt hergestellt, der nur eine lebende Zellschicht enthielt, und in gewohnter Weise mit Osmium-Alkohol behandelt wurde. Da die betreffenden Zellen sehr gross sind, so musste das Deckglas durch unterschobene Capillarsplitter u. d. gestützt werden, weil sonst der Druck des Deckglases die Zellen derartig zusammenpresst, dass eventuel erhaltene Structuren oft völlig zerstört werden. Die Fixirung gelingt hier keineswegs immer, auch wenn mit aller Sorgfalt operirt wird, und die Anfertigung wirklich gelungerer Dauerpräparate stiess hier auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten. An mit Fuchsin-Jodgrün gefärbten und im Wasser liegenden Schnitten konnten indessen oft sehr schöne Bilder beobachtet werden: der plattgedrückte, fast münzenförmige Zellkern,

[1]) Vgl. LIDFORSS, Die wintergrüne Flora, Lunds Univ. Årsskr. 1907.

der sich schön blau tingirt hatte, war von einer rotgefärbten Membran umgeben, die sich strahlenförmig in anfangs ziemlich dicke, später durch (oft dichotomische) Verzweigung dünner werdende Ausläufer fortsetzte. Diese ziemlich stark erythrophilen Fasern traten immer mit den Chloroplasten in Verbindung, und zwar oft in der Weise, dass ein vom Kern centrifugal ausstrahlender Faden gerade beim Verlassen eines Chloroplasten sich in zwei divergirende Ausläufer spaltete, die sich dann wieder dichotomisch verzweigen konnten. Die Fixirung dieser Zellen ist indessen recht capriciös, und gelingt anscheinend besser im Frühling und im Sommer wie im Winter. Die Figur ist nach einem in Glyceringelatine eingeschlossenen Dauerpräparate gezeichnet.

Solanum tuberosum.

(Figg. 9, 10, 10 b.)

In Anbetracht der schon eingangs erwähnten Angabe Haberlandt's [1]) war es von besonderem Interesse, die einschlägigen Verhältnisse bei der Kartoffelknolle zu untersuchen. Das Untersuchungsmaterial hatte während 2–3 Wochen an einem Fenster im Laboratorium gelegen, so dass eine recht lebhafte Ergrünung eingetreten war. Von den Knollen wurden ziemlich dicke Tangentialschnitte angefertigt, die nach 10—15 Sekunden Aufenthalt in Osmiumsäuredampf auf gewöhnliche Weise in steigendem Alkohol gehärtet wurden.

In den unmittelbar unter dem Korkgewebe gelegenen Zellen finden sich ergrünte Leukoplasten mit relativ kleinen Stärkekörnern; sie liegen teils diffus verteilt, teils kreisförmig um den Kern herum. Letzterer ist rundlich-oval, abgeplattet, mit fast homogener Grundmasse und deutlichem Nucleolus. Die Kernmembran ist meistens dünn und geht stellenweise ohne deutliche Grenze in ziemlich dünne Fäden hinüber, welche den Kern mit den angrenzenden Stärkekörnern verbinden. Auffallend ist sonst in dieser Region der Umstand, dass die Kerne eine sehr wechselnde Grösse besitzen, und zwar existirt hier eine sehr deutliche Relation zwischen Zellengrösse und Grösse des Zellkerns, so dass *grosse Zellen immer grosse*, *kleine Zellen immer kleine Kerne führen.*

Weiter nach innen werden die Stärkekörner erheblich grösser, und in gleichem Masse werden die Verbindungsfasern dicker und länger und ihre centrale Substanz stellenweise deutlich granulirt. Wenn der Kern annähernd isodiametrische Form hat, strahlen oft 5—10 Stränge von der Kernmembran hinaus, die entweder unmittelbar oder nachdem sie sich dichotomisch verzweigt haben, mit den Stärkekörnern in Verbindung treten (Fig. 9). Ist der Kern länglich (Fig. 10), so geht die Kernmasse allmählich in die polaren Ausläufer hinüber, während kleinere laterale Zweige mehr als direkte Membranfortsätze erscheinen. Bisweilen wird die blaue Kernmasse von einer dichtgranulirten, erythrophilen Hülle umgeben, und die von

[1]) Vgl. S. 7.

dieser ausstrahlenden Stränge erreichen dann meistens auch eine beträchtliche Dicke (Vgl. Fig. 10 b); allem Anscheine nach ist es eben ein solcher Kern, den HABERLANDT l. c. abgebildet hat. Solche Stränge zeigen unter Umständen lokale, knotenähnliche Anschwellungen von granulirter Substanz. Oft sind die Kerne ziemlich klein, und liegen eingeklemmt zwischen den dicht zusammengehäuften Stärkekörnern, so dass sie nur teilweise sichtbar sind. Weiter nach innen im Gewebe wird dies in noch höherem Grade der Fall, so dass ein Einblick in die morphologischen Verhältnisse dieser Zellen nur ausnahmsweise zu erreichen ist, doch scheinen die Verhältnisse im Princip hier nicht anders zu sein als in den peripheren Schichten. Die Verbindungsfasern sind von wechselnder Dicke, entweder dünn, homogen und hyalin, oder dicker dichotomisch verzweigt und dann öfters mit einem deutlich granulirten Centralcylinder.

In vielen Fällen sind die jetzt beschriebenen Structuren sehr deutlich in lebenden Zellen zu sehen; auch lässt sich dann feststellen, dass in den dickeren Fasern und auch tangential in der Kernmembran eine Translokation des Inhalts stattfindet, wobei die Fasern abwechselnd dicker und dünner werden oder sogar gänzlich verschwinden. Die Hauptmasse des Kerns ist im lebenden Zustande fast völlig homogen mit deutlich sichtbaren Nucleolus. Beim Betrachten der lebenden Structuren bekommt man nicht selten den Eindruck dass die Verbindungsfasern aus einer hyalinen Substanz bestehen, und dass in dieser wie in einer Röhre eine granulirte Masse vorhanden ist, die dann und wann Translokationen erfährt; je nach dem dieser Inhalt sich lokal vermehrt oder verschwindet, werden die Stränge mehr oder weniger deutlich sichtbar. — Im fixirten Zustande sind die Verbindungsfasern ziemlich spröde, so dass eine leichte Verschiebung des Deckglases ausreichen kann, um sie zum Bersten zu bringen.

Mit gleichen Resultaten wie die vorhin erwähnten Pflanzen habe ich eine ganze Anzahl von Dikotylen untersucht, von denen folgende hier namhaft gemacht werden mögen: *Lamium purpureum* (Blattepidermis und Stengelparenchym), *Galeobdolon luteum* (Blattepidermis), *Veronica hederæfolia* (Blattepidermis und Stengelparenchym), *Geum rivale* u. *Geum urbanum* (Blattepidermis und Schwammparenchym), *Saxifraga crassifolia* und *S. cordifolia* (Blattepidermis), *Geranium molle* (Blattepidermis), *Chelidonium majus* (Schwammparenchym und Blattepidermis), *Rubus polyanthemus* (Rindenparenchym). Eine nähere Beschreibung dieser Verhältnisse würde indessen hauptsächlich Wiederholungen des schon geschilderten ergeben, weshalb ich darauf verzichte.

Monocotyledones.

Hyacinthus orientalis.

(Figg. 15, 16, 17, 18, 19.)

Als Untersuchungsmaterial diente ziemlich grosse, etwas ergrünte Zwiebeln, die im November aus den hiesigen Gärtnereien bezogen wurden, und dann in den

Wintermonaten untersucht wurden. Fixirt wurden meistens Schnitte, die ausser der Epidermis zwei Schichten lebender Zellen enthielten. Diese wurden in der gewohnten Weise fixirt und gehärtet; gefärbt wurde fast immer mit Fuchsin-Jodgrün (oder Methylgrün), welches Verfahren sich hier überaus gut bewährte. Durch vorsichtiges Überführen in Glyceringelatine konnten völlig befriedigende Dauerpräparate erhalten werden, deren Haltbarkeit natürlich doch keine unbegrenzte ist.

In den lebenden Zellen der stärkeführenden Schichten der Zwiebeln ist von den uns interessirenden Structuren meistens nicht viel zu sehen; die Kerne schimmern allerdings durch, diejenigen der Epidermiszellen als hyaline längliche Gebilde relativ gut sichtbar, diejenigen der unterliegenden Schichten als schwach granulirte, von Chloroplasten oder Stärkekörnern dicht umgebene rundliche Gebilde ohne deutliche Contouren. In gut fixirten Epidermiszellen, die auch an den Zwiebeln chlorophyll- und stärkefrei sind, sieht man die schon aus Miehes Arbeit bekannten Zellkerne mit ihren »kinoplasmatischen« Ausläufer; sie besitzen hier ungefähr denselben Bau wie in den Epidermiszellen der Laubblätter. Die unmittelbar unter der Epidermis gelegene Schicht ist diejenige, welche der ergrünenden Zwiebel die grüne Farbe verleiht; diese Zellen enthalten zahlreiche, ziemlich grosse aber etwas unregelmässig geformte Chloroplasten, und kolossal grosse Zellkerne, welche annähernd die Form einer grobzackigen Münze besitzen (stark abegeplattet mit unebenen Rändern). Diese Zellen lassen sich meistens nur mit Schwierigkeit gut fixiren, doch habe ich öfters gesehen, dass die Chloroplasten durch feine Fäden mit der Kernmembran in Verbindung stehen; die relativ schlechte Erhaltung dürfte teilweise darauf beruhen, dass in den fixirten Schnitten die betreffenden Zellen durch die überliegende dritte Zellschicht gegen die Wirkung der Osmiumdämpfe geschützt wurde, aber auch so fiel sie meistens überraschend schlecht aus. Die im folgenden gemachten Angaben beziehen sich deshalb nur auf die dritte Zellschicht (von aussen gerechnet).

In diesen Zellen sind die Chloroplasten schon durch chlorophyllfreie oder nur schwach ergrünte Leukoplasten, die grosse Stärkekörner führen, ersetzt. Die Kerne sind meistens rundlich oder triangulär, nicht so breit aber etwas dicker als die in der zweiten Zellschicht; sie färben sich bei Behandlung mit Fuchsin-Jodgrün intensiv blau, die Nucleolen treten indessen nur schwach hervor. Die Kernmembran färbt sich dagegen auffallend stark rot, ebenso die von ihr zu den Leukoplasten (Stärkekörnern) verlaufenden Fasern. Diese sind, wie die Figuren zeigen, ziemlich variabel, entweder ganz dünne Fäden, deren Natur als Membranfortsätze ganz augenfällig ist, oder es sind dickere Stränge, die wenigstens in ihren basalen Enden wirklich Kernsubstanz einschliessen und erst weiter centrifugalwärts nur aus erythrophiler Membransubstanz bestehen. Fast immer treten nun diese Fasern, sie mögen dick oder dünn sein, mit den von ihren Leukoplasten umschlossenen Stärkekörnern in Verbindung, und zwar scheinen diese Verbindungsfäden ohne sichtbare Grenze in die Substanz der Leukoplasten-Schicht aufzugehen. Auch die Leuko-

plasten stehen durch erythrophile, oft recht dicke Fäden, die allerdings nicht immer erhalten werden, mit einander in Verbindung. Diese Bilder können unter Umständen recht lebhaft an die von HABERLANDT gegebene Abbildung der Zellstructuren der ergrünenden Kartoffel erinnern, doch handelt es sich hier keineswegs, wie HABERLANDT für die Kartoffel anzunehmen scheint, um gewöhnliche Plasmafäden, sondern um wirkliche *Kern*fortsätze, die offenbar mit den »kinoplasmatischen Aufhängefasern» in den Epidermiszellen homolog sind. Über die verschiedene Gestalt und Anordnung geben die Figuren 15, 16, 17, den nötigen Aufschluss.

Eine Eigentümlichkeit, die ich — in dieser Ausbildung wenigstens — bisjetzt nur bei der Hyacinthenzwiebel gesehen habe, ist *das Vorkommen von Stärkekörnern im Zellkern.* Dies ist in den fraglichen Zellen keineswegs eine Seltenkeit (Vgl. Fig. 15), immerhin ist es aber dann zu bemerken, dass das Stärkekorn immer von einer deutlich sich abhebenden Leukoplasthülle umgeben ist. Dadurch verliert ja der betreffende Befund einen guten Teil seiner Parodoxie und erscheint mehr als ein Extrem jener Fälle, wo ein Chloroplast oder Leukoplast mit dem Kern verwachsen, resp. in den Kern eingesenkt ist.

In den tiefer liegenden Schichten der Hyacinthenzwiebel sind, so viel ich habe finden können, analoge Structurverhältnisse vorhanden, doch wird in diesen Zellen die Beobachtungen durch die massenhaft um den Kern zusammenliegenden Stärkekörnern höchst erheblich erschwert.

Die jetzt gemachten Angaben stützen sich, wie schon erwähnt wurde, auf Beobachtungen, die an ergrünten, aber nicht ausgetriebenen Zwiebeln im November—Dezember gemacht wurden. An im Wasser ausgetriebenen Zwiebeln derselben Sorte wurde im Princip die nämlichen Verhältnisse konstatirt, doch machte sich in Bezug auf die Lage der Stärkekörner in den betreffenden Schichten der Unterschied geltend, dass dieselben ganz wie in Statolitenzellen an der unteren Wand verlagert waren, und zwar befand sich dann auch der Zellkern konstant im unteren Teile der Zelle, von den Stärkekörnern umgeben und oft mit ihnen durch Kinoplasmastränge verbunden. Diese erwiesen aber oft auffallend dünn im Vergleich zu denjenigen der nicht ausgetriebenen, aber ergrünten Zwiebeln, doch waren hie und da auch dickere Stränge zu sehen; oft war der Kern mit einer stark erythrophilen Kinoplasmamasse verwachsen oder von einer derartigen Hülle umschlossen. Wurden die vorher aufrecht gehaltenen Zwiebeln mit der Längsachse horisontal gelegt, so wurde die Lage der Stärkekörner entsprechend verändert, so dass sie jetzt den vertikalen Seitenwänden angelagert wurden; diese Lageveränderung wurde dann auch stets vom Zellkern mitgemacht, der also fortwährend durch Kinoplasmastränge mit den Stärkekörnern in Verbindung blieb.

In Anbetracht der soeben geschilderten Verhältnisse war es von bestimmten Interesse zu erfahren, wie sich die Statocysten der Hyacinthe in dieser Beziehung verhalten. Statocysten finden sich bei dieser Pflanze teils in den Wurzelspitzen, wo sie nicht besonders schön entwickelt sind, teils im Stengel, wo sie eine kon-

zentrische Schicht ausserhalb des Gefässbündelkreises bilden, und in den Blättern [1]), wo jedes Gefässbündel von einem einschichtigen Statocystenring umgeben wird. So viel ich habe sehen können, finden sich in den Statocysten gar keine Verbindungsfäden zwischen den Zellkern und den beweglichen Stärkekörnern; letzterer liegt annähernd in der Mitte der Zelle unabhängig von der jeweiligen Lage der Stärkekörner. Auffallend ist dagegen die Beschaffenheit des Zellkerns. Dieser ist relativ klein, und meistens durch rissförmige Einkerbungen mehr oder weniger deformirt, so dass öfters der Eindruck einer beginnenden Deformation erweckt wird. Bei *Hyacinthus* ist diese, fast an Gehirnwindungen erinnernde, Form des Zellkerns typisch für die Statocysten im Stengel und in den Blättern (Vgl. Fig. 17 b).

Von besonderem Interesse war es auch, die nach der Osmium-Alkohol-Methode fixirten Kerne der Epidermiszellen der Blätter mit den von Miehe durch Fixirung mit Flemmings Gemisch erhaltenen Bilder zu vergleichen. Im Allgemeinen hat es sich gezeigt, dass die nach der ersten Methode erhaltenen Bilder in wichtigen Punkten mit der von Miehe l. c. gegebenen Abbildung übereinstimmen; vor allem sind die kinoplasmatischen Fasern und die allgemeine Form des Kerns in ganz analoger Weise konservirt (Vgl. Miehes Fig. 11 und diese Arbeit Fig. 18). In Bezug auf die chromatinhaltige Hauptmasse des Kerns macht sich dagegen ein Unterschied insofern geltend, als dieselbe durch das Flemmingsche Gemisch zu einem grobgranulirten Gerinnsel verwandelt worden, während die nach der von mir benutzten Methode fixirte Kernsubstanz durch ihre feingranulirte-homogene Beschaffenheit vielmehr an die intra vitam bestehenden Verhältnisse erinnert.

In den *lebenden* Epidermiszellen sind die Zellkerne, die fast immer an den inneren Längswänden gelegen sind, gut sichtbar als längsgestreckte, granulirte Massen, welche sich in den mittleren Partien meistens durch einen feinen, dunkleren Rand gegen das Cytoplasma abgrenzen, während dagegen an den polaren Enden die Contouren und die Kernmasse überhaupt etwas undeutlicher werden; indessen sind die Mieheschen Aufhängefasern oft recht deutlich zu sehen. In diesen ist meistens eine lebhafte Strömung vorhanden, und zwar sind es kleine, an der Oberfläche des Kerns gelegenen Granulationen, wahrscheinlich Öltropfen, vielleicht auch proteinartige Mikrosomen, welche in raschem Tempo fortgeführt werden; unter Umständen kann man gerade an der Grenze zwischen Kern und Aufhängefasern eine so lebhafte Strudelbewegung wahrnehmen, dass das Bild an in eine Kapillare einschwärmende Bakterien erinnert. Gleichzeitig wechselt auch die Gestalt der Aufhängefasern, so dass ich z. B. in einem konkreten Falle gesehen habe, wie ein anfangs am einen Ende gabelförmig verzweigten Kern in wenigen Minuten zu einem mit einfach ausgezogener Spitze verwandelt wurde, indem der eine Ast bis zum Schwinden vermindert wurde, während der andere entsprechend an Mächtigheit zunahm; in dieser Weise wurde der ganze Zellkern etwas nach vorn verschoben.

---

[1]) Die Blätter der Hyacinthe sind anfangs stark negativ geotropisch.

Im chlorophyllführenden Parenchym der Blätter sind die grossen Zellkerne, wie an mit Osmium-Alkohol fixirten Schnitten bisweilen sehr deutlich zu sehen ist, durch sehr feine, von der Membran ausgehende Kinoplasmafäden mit den angrenzenden Chloroplasten verbunden, falls dieselben nicht den Kern unmittelbar berühren. Doch sind in diesem Gewebe die betreffenden Structuren sehr empfindlich und gehen auch bei sonst gelingender Fixirung leicht zu Grunde, was wohl einerseits mit der relativen Dünne der Fäden, andererseits mit dem in den assimilirenden Zellen verhältnismässig hohen Turgordruck zusammenhängt. In den im Wasser ausgetriebenen Wurzeln lassen sich dagegen die Aufhängefasern vielfach ziemlich leicht fixiren. Von dem meristematischen Gewebe der Wurzel kann man sehr brauchbare Präparate bekommen, wenn man ganze Wurzelspitzen 10—20 Sekunden im Osmiumdampf hält und dann mit Intervallen von etwa 10 Minuten durch steigenden Alkohol überträgt, und nach der gewöhnlichen Mikrotombehandlung mit Fuchsin-Jodgrün färbt. Sowohl die ruhenden Kerne wie die Karyokinesen sind in solchen Präparaten sehr schön fixirt und zwar in einer Weise, die nach allem zu urteilen der vitalen Structur näher kommt als es irgend eine andere Fixirungsmethode erlaubt. Besonders fällt es auf, dass die jungen Kerne, vor allem in den stärkehaltigen Zellen, nicht so regelmässig runde Gestalt haben wie z. B. Rosen [1]) abgebildet hat, sondern vielmehr zackige-gelappte Contouren aufweisen. Unter Umständen konnten auch an Mikrotomschnitten in ganz jungen Zellen Verbindungsfäden zwischen den Zellkern und den stärkeführenden Leukoplasten konstatirt werden (Fig. 19), jedoch nicht in den Statocysten.

Tulipa Gesneriana.

(Fig. 21, 21 b, 22, 22 b, 22 c, 23.)

In den lebenden Epidermiszellen der Laubblätter sieht man die Zellkerne sehr deutlich als rundliche, feingranulirte Gebilde, von denen bald gröbere, bald feinere Stränge ausgehen, die bisweilen netz- oder balkenförmig die Zelle durchsetzen. In gewissen Fällen sind diese Stränge, besonders wenn sie sehr dick sind, kaum von gewöhnlichen trophoplasmatischen Plasmafäden zu unterscheiden, in anderen Fällen dokumentiren sie sich aber unzweifelhaft als Gebilde, welche sowohl morphologisch wie physiologisch den Mieheschen Aufhängefasern entsprechen dürfen. Allerdings ist ein kontinuirlicher Übergang der chromatischen Kernsubstanz in die Aufhängefasern, wie z. B. bei *Hyacinthus*, hier selten vorhanden, was offenbar mit der meistens isodiametrischen Gestalt des Zellkerns zusammenhängt; allein sehr oft lässt sich an mit Osmium-Alkohol fixirten Schnitten überaus deutlich konstatiren, dass die feineren Fäden direkte Fortsätze der Kernmembran sind, in welche sie ohne sichtbare Grenze übergehen. Da indessen die Kerne fast immer

[1]) F. Rosen, Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen, Cohns Beiträge Bd. VII. Vgl. besonders Taf. II.

eine isodiametrische Gestalt besitzen, so sieht man gewöhnlich nicht einen derartigen kontinuirlichen Uebergang der Chromatinsubstanz in die Ausläufer wie es z. B. bei ***Ranunculus Lingua***, ***Aucuba*** und in den Epidermiszellen von ***Hyacinthus*** der Fall ist, sondern die Kernmembran umgiebt den Kern als eine überall deutlich abgegrenzte erythrophile und etwas granulirte Hülle, welche ihrerseits ohne Grenze in die Ausläufer übergeht. Diese Kernmembran, deren Zugehörigkeit zum Cytoplasma ganz zweifellos ist, wird aber bei schlechter Fixirung, wie sie z. B. in verletzten Zellen stattfindet, zerstört, und an ihrer Stelle erscheint eine scharf begrenzte Membran, welche den jetzt grobgranulirten und abgerundeten Kern umgiebt und offenbar ein Artefact ist. (Vgl. Fig. 21 und 21 b.) Es ist aber kaum zu bezweifeln, dass derartige, künstlich hervorgerufene Membranen in vielen Fällen für die natürlichen Kernmembranen gehalten worden sind, und wohl noch gehalten werden.

In Zellen von Schnitten, die etwa eine Viertelstunde im Wasser gehalten worden, tritt in den Verbindungsfäden und in der den Kern umgebenden Kinoplasmahülle eine ziemlich lebhafte Strömung auf; gleichzeitig werden die Ausläufer selbst von gewissen quantitativen Veränderungen betroffen, so dass sie bald lokal verdickt, bald bis zum völligen Schwinden verdünnt werden. Auch der Kern ändert bisweilen in auffälliger Weise seine Form; so habe ich direkt verfolgen können, wie ein anfangs fast isodiametrischer Kern mit vier Ausläufern in wenigen Minuten zu einem bipolaren Gebilde mit zwei Ausläufern, welche den Mieheschen Aufhängefasern vollkommen ähnelten, verwandelt wurde.

In den ***Zwiebeln*** — ich untersuchte hauptsächlich ruhende Zwiebeln in den Wintermonaten — finden sich Structurverhältnisse, welche in principieller Hinsicht mit den schon für ***Hyacinthus*** beschriebenen übereinstimmen, aber doch einige charakteristische Sonderkeiten aufzeigen. Die Kerne der äussersten Zellschicht besitzen ungefähr denselben Bau wie die Kerne der Blattepidermis: sie sind rund oder oval und von einer meistens dünnen, in mehrere Ausläufer ausstrahlenden Kinoplasmahülle umgeben; Stärkekörnern sind nicht vorhanden, Leukoplasten scheinen auch zu fehlen. In den etwas weiter nach innen gelegenen aber noch stärkefreien resp. stärkearmen Zellschichten wird diese Kinoplasmahülle, welche aus dem rotblauen Gemisch das Fuchsin mit auffallender Gier aufnimmt, immer stärker entwickelt, so dass sie bald als eine dicke Hülle, bald als ein dem Kern einseitig angewachsenes Gebilde sichtbar wird; in beiden Fällen setzt sich die Kinoplasmamasse in stark entwickelte, meistens verzweigte Ausläufer fort. In gut fixirten und mit Fuchsin-Jodgrün gefärbten Präparaten erhält man deshalb Bilder, die beim ersten Blick recht paradox erscheinen, indem der in rötlich gefärbte Ausläufer ausstrahlende Kern anscheinend zur Hälfte blau, zur Hälfte rot gefärbt ist; die rote Hälfte, die auf den Bildern an der Tafel III etwas heller gehalten ist, besteht aber nicht aus Kernsubstanz, sondern aus dem Cytoplasma angehörigem Kinoplasma (Vgl. Fig. 22 c, 22 d).

Diese kinoplasmatischen Ansammlungen, welche hier regelmässig mit dem Zellkern zusammengewachsen sind, werden besonders in den etwas tieferen Schichten

grobgranulirt griesskörnig, und zwar beruhen diese Granulationen auf Einlagerung von Leukoplasten, die oft gegenüber dem umgebenden Kinoplasma auffallend schlecht differenzirt sind, deren Existenz sich aber durch das Auftreten von Stärkekörnern kundgiebt. Letztere erscheinen oft unmittelbar in der rotgefärbten Kinoplasmamasse eingebettet, etwas weiter nach innen finden sich aber Structuren, die in auffallender Weise mit denjenigen in der Hyacinthuszwiebel übereinstimmen (Fig. 22, 22 b).

Lilium candidum. In den Zwiebeln wurden Structurverhältnisse gefunden, die den bei der Tulpe vorhandenen so ähnlich waren, dass eine genauere Beschreibung überflüssig erscheint (Vgl. Fig. 20, 20 b). Auch die zur Hälfte blau, zur Hälfte rot gefärbten kernähnlichen Gebilde waren hier stellenweise sehr deutlich zu sehen.

Galanthus nivalis. Die Zellkerne in den Epidermiszellen der Blätter stimmen in der Hauptsache mit den von MIEHE geschilderten Kernen in der Blattepidermis von *Hyacinthus* überein, nur sind die kinoplasmatischen Ausläufer der bisweilen sehr langgestreckten Kerne bei *Galanthus* meistens noch schöner ausgebildet wie bei *Hyacinthus* (Fig. 25, 26, 27). Auch in der Zwiebel sind die Kerne grösstenteils bipolar gebaut und durch kinoplasmatische Ausläufer mit den stärkebildenden Leukoplasten verbunden (Fig. 28), was besonders deutlich in den äusseren Zellschichten der Zwiebel, wo die Stärkekörner noch klein sind, zu sehen ist.

Narcissus poeticus und **N. Pseudo-Narcissus** stimmen in Bezug auf die uns interessirenden Verhältnisse, besonders mit Rücksicht auf die Zellkerne der Blattepidermis, mit *Galanthus* überein; auch in der Zwiebel wurden Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Stärkekörnern konstatirt (Fig. 24).

Hæmanthus coccineus.

(Figg. 29—32.)

Diese Pflanze, von der hauptsächlich die Epidermis der Blätter untersucht wurde, ist für unser Thema aus zwei verschiedenen Gründen von Interesse. Erstens sind die für uns in Frage kommenden Structuren in den Epidermiszellen dieser Pflanze sichtbar mit einer Deutlichkeit, wie ich sonst nie gefunden habe, wodurch sich *Hæmanthus* vortrefflich als Kontrolmaterial für die Fixirung eignet. Zweitens finden sich bei dieser Pflanze eine besondere Art von aktiven Inhaltskörpern, nämlich typische Elaioplasten, deren morphologische Beziehungen zu den Kernen immerhin von einem gewissen Interesse erscheinen.

An lebenden, in Wasser liegenden Schnitten war folgendes zu sehen. Vom Zellkern, der ein hyalines oder schwach granulirtes Aussehen und einen nur schwach

durchschimmernden Nucleolus besitzt, strahlen nach allen Richtungen Fäden aus, von denen einige mit den dunklen grobgranulirten Elaioplasten in Verbindung treten, während andere Fäden, welche allem Anscheine nach stark gespannt sind, bis an das Hyaloplasma hinausstrahlen. An manchen Stellen ist sehr deutlich zu sehen, dass die betreffenden Fasern wirklich direkte Kernfortsätze sind und zwar von der Kernmembran, die als eine ziemlich dicke Schicht den gewöhnlich rundlichen Kern umgiebt. Auch lässt sich deutlich beobachten, dass sowohl in der Kernmembran wie in den Fäden Mikrosomen fortgeführt werden; es findet hier eine deutliche Strömung statt. Dass aber die innere Hauptmasse des Kerns sich etwa an dieser Strömung beteiligte konnte ich niemals sehen.

Was die Elaioplasten betrifft, so sind diese recht gross, meistens bedeutend grösser als der Zellkern, und bestehen aus einer erythrophilen plasmatischen Grundsubstanz, welche mit einem ölartigen Stoffe imprägnirt ist. Letzterer wird mit Osmiumsäure geschwärzt, aber schon von starkem Alkohol herausgelöst, so dass nur die plasmatische Grundsubstanz zurückbleibt. Diese ist übrigens, wie Fig. 31 zeigt, nicht selten mit dem Kern verwachsen, dem entsprechend, was wir schon an gewissen Chloroplasten gesehen haben.

Durch Behandlung nach der Osmium-Alkohol-Methode werden diese Structurverhältnisse vollkommen naturgetreu und mit Erhaltung der kleinsten Details fixirt; nur treten gewisse Beziehungen vielleicht noch deutlicher hervor, so wird der Ursprung der Verbindungsfäden von der Membran ganz aus ausser Zweifel gestellt, ebenso präsentirt sich der Nucleolus jetzt sehr deutlich. Mit Fuchsin-Jodgrün erhält man eine sehr schöne Doppelfärbung, indem die Elaioplasten schön rot, die Grundmasse der Kerne ebenso schön blau gefärbt werden; Kernmembran und Ausläufer färben sich schwach rötlich.

Von nicht geringem Interesse ist es, die Einwirkung der sonst üblichen Fixirungsmittel auf *Hæmanthus*-Schnitte zu verfolgen. Bei Zusatz vom Flemming-schen Gemisch wurde folgendes gesehen: schon nach $^{1}/_{2}$—1 Minute sind die Kerne granulirt geworden, ihre Gestalt ist schön kreisförmig geworden und eine früher nicht in der Weise sichtbare, scharf umschriebene Membran umgiebt den Kern. Aus jedem Elaioplasten quillt ein grosser klarer Öltropfen hervor. Inzwischen werden die Contouren der Fäden immer undeutlicher, und nach einigen Stunden sind in vielen Zellen, wo anfangs ein schönes Fadengerüst vorhanden war, nur zerbröckelte Fragmente vorhanden.

Rhodea japonica, Amaryllis Belladonna, Scilla sicula.

In den chlorophyllfreien Epidermiszellen dieser Pflanzen konnte ich mit der Osmium-Alkohol-Methode sehr schöne Kernfortsätze nachweisen, die im wesentlichen mit den von Miehe an *Hyacinthus* studirten übereinstimmen. Dagegen stösst es meistens auf grosse Schwierigkeiten, die Kerne im Assimilationsgewebe so

zu fixiren, dass ihre Verbindungsfäden mit den Chloroplasten erhalten werden. Dies missglückt fast immer, ohne dass ich im Stande wäre anzugeben, worauf der Misserfolg eigentlich beruht. In der Annahme, dass der im Assimilationsgewebe herrschende höhere Turgordruck vielleicht das entscheidende Moment wäre, injizierte ich die zu schneidenden Blätter mit physiologischer (6 %) Rohrzuckerlösung, und setzte dann die Schnitte den Osmiumdämpfen aus, oder ich fixirte direkt mit Osmiumsäurehaltiger physiologischer Zuckerlösung, aber alles ohne Erfolg. Doch war mir in einigen Fällen, wo die Alkoholüberführung mit peinlicher Sorgfalt gemacht wurde, möglich mit aller Deutlichkeit zu sehen, dass der Kern der Mesophyllzellen durch von der Membran ausgehende Fäden mit den Chloroplasten in Verbindung stand. Diese Beobachtung habe ich wiederholt bei *Scilla sicula* und *Rhodea japonica* gemacht; besonders bei der letzteren Pflanze waren die — übrigens zahlreichen — Fäden so dünn, dass ihre Erhaltung fast wie ein Wunder vorkam. An Dauerpräparaten war aber nicht zu denken.

Die unterirdischen Teile der jetzt erwähnten Pflanzen habe ich nicht untersucht.

Orchis angustifolia.

(Fig. 33—34.)

In den Wurzelknollen dieser Pflanze, die zur Winterzeit untersucht wurden, finden sich Structurverhältnisse, die in wichtigen Beziehungen an die bei *Tulipa* beobachteten erinnern. In den äusseren stärkefreien oder stärkearmen Zellschichten werden die Kerne von einer plasmatischen Hülle umgeben, in welcher zahlreiche Leukoplasten eingebettet liegen und von der gewöhnlich Leukoplastführende Ausläufer hinausstrahlen; nicht selten sind die Leukoplasten so schwach gegen das umgebende stark erythrophile Plasma differenzirt, so dass Bilder, die mit den bei *Tulipa* beobachteten scheinbaren Doppeltkernen übereinstimmen, zu stande kommen. Indessen sind die betreffenden Plasmastränge in den Zellen der *Orchis*knolle oft so dick und so wenig gegen das Trophoplasma differenzirt, dass ich sehr im Zweifel bin, ob man hier wirklich berechtigt ist von kinoplasmatischen Verbindungsfäden zu reden. Übrigens ist es ja teoretisch sehr wohl möglich und in gewissen Fällen wohl auch Tatsache, dass die vom Kern zu den Chromatophoren ausgehenden Verbindungsfäden sowohl aus Trophoplasma wie Kinoplasma bestehen. Nach meinem Dafürhalten ist ein derartiger Fall hier realisirt.

In den tiefer nach innen gelegenen Zellen der *Orchis*knolle liegen zahlreiche, gewöhnlich maulbeerförmig zusammengehäufte Stärkekörner, zwischen welchen man oft den central — oder doch annähernd central — gelegenen Kern hindurchschimmern sieht (Fig. 34).

Filicineae.

Asplenium decussatum.

(Fig. 30, 35, 36, 37, 38.)

In den lebenden Epidermiszellen der Unterseite der Blätter sind die Kerne ziemlich deutlich als schwach granulirte, relativ grosse, sehr oft dreieckige Körper zu sehen. Von den ebenfalls recht grossen Chloroplasten sind einzelne mit dem Zellkern verwachsen, und erscheinen oft fast zur Hälfte in die Masse des Kerns eingesenkt. Von den drei Ecken des Kerns gehen gewöhnlich Fäden zu den Chloroplasten hin, um sich dann weiter zu verzweigen. Die Fäden sind in ihren dickeren Teilen an lebendem Material sehr deutlich zu sehen.

An mit Osmium-Alkohol fixirten und mit Fuchsin-Jodgrün gefärbten Material sind die Kerne in ihrem ganzen Umfange schön blau, die Chloroplasten wie gewöhnlich rot; dagegen sind die Ausläufer deutlich blau, wodurch sich ihre Zusammenhörigkeit mit dem Kern in prägnanter Weise kundgiebt. Auch im chlorophyllführenden Grundgewebe des Blattstiels wurden entsprechende Structurverhältnisse konstatirt.

Eine recht eigentümliche Erscheinung tritt — anscheinend völlig konstant — in gewissen Epidermiszellen älterer *Asplenium*-Blätter auf. Die Kerne werden sehr gross, und immer rundlich oval, niemals eckig und erscheinen schon in den lebenden Zellen aussergewöhnlich dunkel; bei Zusats von Osmiumsäure werden sie gebräunt-geschwärzt. Ihre Ausläufer sind meistens verschwunden, so dass die intime Verbindung mit den Chloroplasten nicht mehr besteht. Alles in Allem sind diese Kerne offenbar einer Art *Fettdegeneration* anheimgefallen; ob diese einen Einfluss auf die Vitalität der Chloroplasten ausübt konnte ich bisjetzt nicht feststellen.

Fig. 36 zeigt teils eine Zelle mit normalem Kern, teils eine, wo der Kern der Fettdegeneration anheimgefallen ist. Fig. 37 zeigt eine von vornherein lädirte Zelle, wo der Kern sich abgerundet hat (unbrauchbare Fixirung).

Analoge Structurverhältnisse habe ich auch in den Chloroplasthaltigen Epidermiszellen anderer Farne *(Asplenium Trichomanes, Scolopendrium officinale, Polypodium vulgare)* konstatirt. Ebenso gehören die von Haberlandt für *Selaginella Martensii* abgebildeten Structurverhältnisse [1]) in diese Kategorie; an mit Osmium-Alkohol fixirten Schnitten aus dem Rindenparenchym dieser Pflanze habe ich deutlich konstatiren können, dass der längliche Zellkern bipolar in kinoplasmatische Ausläufer ausgezogen ist, welche letztere in ihrem weiteren Verlaufe mit den von Haberlandt abgebildeten, die Chloroplasten verbindenden Plasmasträngen identisch sind (Vgl. Fig. 39, 40).

[1]) Physiologische Pflanzenanatomie p. 32 (1904).

Allgemeine Resultate.

I. Die Fixirung.

Als eine allgemeine Erfahrung, die wohl gelegentlich auch von manchen anderen Botanikern gemacht worden, möchte ich zuerst hervorheben, dass die gewöhnlichen Fixirungsmittel (FLEMMINGS, HERMANNS, MERKELS, JUEL's, CARNOY's Gemisch), die sich sonst einer allgemeinen und wohl auch berechtigten Popularität erfreuen, im grossen und ganzen nicht besonders gute Resultate liefern, wenn es sich um die Konservirung von Plasmastructuren in ausgewachsenen vegetativen Zellen mit dünnem Plasmaschlauch und grosser Vacuole handelt. Allem Anscheine nach sind die Bedingungen für eine gute Erhaltung der plasmatischen Structuren viel günstiger in den embryonalen Zellen, in denen keine oder relativ kleine Vacuolen vorhanden sind, und wo die geformten Bestandteile des Protoplasten bei der Fixirung im koagulirenden Cytoplasma eingebettet werden. Dagegen ist es kaum zu verwundern, wenn in Zellen mit sehr dünnem und von einem oft erheblichen Turgordruck gespannten Plasmaschlauch schon die bei der Fixirung eintretende Aufhebung der Semipermeabilität des Hyaloplasmas innere Gleichgewichtsstörungen hervorruft, die ihrerseits die Desorganisation gewisser morphologischer Differenzirungen bewirken können. In dieser Weise glaube ich, dass die grossen Schwierigkeiten, welche z. B. die Erhaltung der feineren Structuren in den Mesophyllzellen der Blätter [1]) fast allen Fixirungsmethoden entgegenstellt, zu erklären sind. Hiermit stimmt es auch überein, dass Zellen mit geringen Turgorwerten (Wasserpflanzen, *Crassulacéen*) sich relativ leicht fixiren lassen.

Im Allgemeinen hat sich nun das schon eingangs erwähnte Verfahren: Fixirung der Schnitte (nicht Gewebestücke) und vorsichtige Härtung durch steigenden Alkohol [2]), vorzüglich bewährt. In dieser Weise ist es mir in vielen Fällen gelungen, plasmatische Structuren, die mit den sonst üblichen Fixirungsmethoden [3]) fast regelmässig zerstört wurden, in befriedigender Weise zu fixiren, und zwar meistens ohne dass die Färbbarkeit in störender Weise herabgesetzt wurde. Durch welche Faktoren diese günstigen Resultate erzielt werden, lässt sich gegenwärtig nicht sicher überblicken. Die lipoidlösliche und demgemäss leicht eindringende Osmiumsäure verändert offenbar die Quellbarkeit der plasmatischen Eiweissstoffe derartig,

---

[1]) Besonders in den Palissadzellen der Laubblätter herrscht oft ein auffallend hoher Turgordruck, so dass diese Zellen oft erst von 7—10-prozentigen KNO^3-Lösungen plasmolysirt werden. Dagegen zeigen die Zellen der vorwiegend stärke-führenden Zwiebeln und Rhizome relativ niedrige Turgorwerte.

[2]) In gewissen Fällen hat es sich vorteilhaft erwiesen, die Schnitte in 40-prozentigen Alkohol über Nacht verweilen zu lassen.

[3]) Fixirung mit Osmiumdämpfen und nachträgliche Härtung in abs. Alkohol wurde im Anfang der Neunzigerjahre von GUIGNARD und BELAJEFF für pflanzliche Spermatozoiden verwendet; diese Methode, welche für Zellgewebe höherer Pflanzen wohl selten benutzt wurde, scheint aber gegenwärtig ganz aus der Mode gekommen zu sein.

dass die vitale Architektur in ihren gröberen Umrissen vorübergehend eine gewisse Stabilität erhält[1]), die dann durch die Einwirkung des allmählich ansteigenden Alkohols definitiv erhalten wird. Es ist aber zu bemerken, dass Osmiumdämpfe eine viel günstigere Wirkung ausüben als gelöste Osmiumsäure. Dies steht offenbar im Einklang mit der von KURZWELLY[2]) gemachten Erfahrung, dass giftige Stoffe im allgemeinen dampfförmig intensiver wirken als im flüssigen Zustande; auch sind wohl die Bedingungen für eine postmortale Erhaltung der Plasmastructuren etwas günstiger, wenn von aussen kein Wasser in die Zelle eindringt. Die vorzügliche Wirkung des allmählich ansteigenden Alkohols beruht wohl teilweise auf der überaus grossen Leichtigkeit, womit der Alkohol in die Zelle eindringt; versetzt man den Alkohol mit einem langsamer eindringenden, aber sonst eiweissfällenden Stoff, etwa Pikrinsäure, so wird die günstige Wirkung des Alkohols fast aufgehoben, und die Fixirung fällt meistens recht schlecht aus. Entscheidend ist aber die Vorbehandlung mit Osmiumsäure, denn ohne diese ist der Alkohol, in welcher Konzentration er auch verwendet werden mag, nicht im Stande, die uns interessirenden Structuren zu konserviren. Dagegen gelingt es unter Umständen, einigermassen befriedigende Resultate mit FLEMMINGS oder HERMANN's Gemisch resp. mit Sublimatalkohol oder Eisessigalkohol zu bekommen, doch ist man nach meinen Erfahrungen in diesem Falle gar zu sehr dem Zufall überlassen; wenigstens kann man nie mit Bestimmtheit darauf rechnen, mit den erwähnten Fixirungsmitteln eine wirklich gute Konservirung der Kernausläufer resp. der Verbindungsfäden zu bekommen.

Unter solchen Umständen könnte man sich vielleicht die Frage vorlegen, ob denn alle diejenigen Bilder, die eben durch Behandlung mit FLEMMINGS, HERMANNS Gemisch u. s. w. erhalten worden, mit derartigen Mängeln beheftet sind. Dies ist nun meiner Ansicht nach keineswegs *allgemein* der Fall. Ich will bei dieser Gelegenheit nicht auf die durch ALFRED FISCHERS bekannte Buch[3]) angeregten, jetzt aber zum guten Teil erledigten Streitfragen eingehen, sondern begnüge mich mit dem schon gemachten Hinweis, dass die Bedingungen einer relativ guten Fixirung allem Anschein nach viel günstiger sind, wenn es sich um Zellen embryonaler und meristematischer Gewebe handelt, als wenn die zu fixirenden Zellen schon das Streckungsstadium durchgemacht haben und also der relativ dünne Plasmaschlauch von einem grossen Saftraum gespannt wird. Nun beschäftigt sich bekanntlich die gegenwärtige Cytologie in erster Linie mit den Jugendstadien der Pflanzenzellen sowie mit den ähnlich gebauten Fortpflanzungzellen, und gerade diesem Umstande dürften die mit den gebräuchlichen Fixirungsmitteln erhaltenen Bilder einen guten Teil ihres unbestreitbaren Wahrheitsgehalts verdanken. Indessen glaube ich, dass die von mir benutzte Methode sich in manchen Fällen auch für die Fixirung embryonaler und meristematischer Gewebe eignen wird, vorausgesetzt dass der

[1]) Ueber die sonstigen Wirkungen der Osmiumsäure vgl. S. 8.

[2]) KURZWELLY, Ueber die Widerstandsfähigkeit trockener pflanzlicher Organismen gegen giftige Stoffe, Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 38 S. 291 u. ff.

[3]) Ueber Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas (1898).

Osmiumdampf schnell genug eindringen kann. Von Hyacinthenwurzeln erhielt ich durch Behandlung mit Osmiumdampf (15 Sekunden) und nachträgliche Ueberführung durch steigenden Alkohol Mikrotompräparate, in denen die Fixirung sowohl der Karyokinesen wie der ruhenden Kerne entschieden besser gelungen war als mit irgend einem anderen Fixirungsmittel.

II. Die morphologischen Ergebnisse.

Die durch die vorgehende Untersuchung gewonnenen morphologischen Resultate können in folgender Weise formulirt werden:

In den *Epidermiszellen* der untersuchten Gefässpflanzen sind die Chloroplasten (wenn überhaupt vorhanden) mit dem Zellkern durch besonders differenzirte Plasmafäden verbunden, und zwar sind diese Verbindungsfäden entweder direkte Kernfortsätze, so dass sie ohne sichtbare Grenze in die Kernsubstanz übergehen, oder sie nehmen ihren Ursprung direkt von der Kernmembran, mit der sie auch in Bezug auf das Verhalten gegen Farbstoffe übereinstimmen. Diese Verhältnisse sprechen dafür, dass die betreffenden Verbindungsfäden dem Kinoplasma (im Strasburgerschen Sinne) beizuzählen sind. Nicht selten sind in den Epidermiszellen einige Chloroplasten mit dem Zellkern verwachsen oder in ihm eingesenkt; diejenigen Chloroplasten, welche mit dem Zellkern nicht in direkter Verbindung stehen, communiciren doch meistens teils mit den direkt verbundenen, teils unter sich, und zwar durch Plasmafäden, welche abgesehen von der geringeren Mächtigheit vollkommen mit den vom Zellkern ausgehenden Kinoplasmafasern übereinstimmen.

Kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chloroplasten welche mit denjenigen der Epidermiszellen vollkommen übereinstimmten, konnten in mehreren Fällen auch im *Assimilationsgewebe der Blätter* sowie im *assimilirenden Rindenparenchym* nachgewiesen werden. Auch die *Elaioplasten* stehen, wenigstens in dem näher untersuchten Falle *(Hœmanthus)*, durch analoge Kinoplasmafäden mit dem Zellkern in Verbindung.

In den *stärkehaltigen Speichergeweben von Rhizomen und Zwiebeln* sind die von Leukoplasten umgebenen Stärkekörner, wenigstens zeitweise, durch analoge von der Kernmembran ausgehende oder als direkte Kernfortsätze auftretende Ausläufer mit dem Zellkern verbunden. Diejenigen Stärkekörner, welche nicht mit dem Kern direkt verbunden sind, kommuniciren vielfach unter sich durch ähnliche Kinoplasmafäden.

Wenn ich im Vorigen die öfters erwähnten Verbindungsfäden als *kinoplasmatisch* bezeichnet habe, so geschah dies nicht, um den betreffenden Differenzierungen irgend eine bestimmte physiologische Function zu imputiren; der Ausdruck kinoplasmatisch ist hier vielmehr in erster Linie als morphologischer Terminus gebraucht worden. Allerdings hat Strasburger, dem wir die Einführung dieses Schlagwortes verdanken, das Wort Kinoplasma zuerst gebraucht für »denjenigen hyalinen Bestandteil des Protoplasmas, an dem sich die activen Bewegungsvorgänge

abspielen, dessen Bewegungen aber unter dem Einfluss der kinetischen Centren stehen»[1]. In Gegensatz zum eigentlichen Nährplasma, das Trophoplasma, welches nach STRASBURGER Wabenbau aufzeigt, soll das Kinoplasma eine fädige Structur besitzen, und ist insofern auch morphologisch charakterisirt; der Hauptsache nach scheint aber das STRASBURGERsche Kinoplasma, wenigstens in seiner ursprünglichen Fassung, ein physiologischer Begriff zu sein, und deshalb ist auch dieser Terminus von PFEFFER gerügt worden, weil man damit »eine bestimmte active Tätigkeit kennzeichnen will, die zudem nur auf Grund von formalen Gestaltungen supponirt, aber real in keiner Weise erwiesen wird»[2]. Vor kurzem hat STRASBURGER auch die Berechtigung der PFEFFERschen Kritik zugegeben[3], doch meint er, dass das Wort Kinoplasma, wenn auch im erweiterten Sinne, noch zu gebrauchen sei, weil es einem vorhandenen Bedürfnis zu entsprechen scheint. In diesem erweiterten Sinne umfasst das STRASBURGERsche Kinoplasma sowohl die Kernwandung, welche dem Cytoplasma angehört, wie auch die Hautschicht der Zelle; diese Elemente zeigen nämlich »solche Beziehungen zu der Substanz der Spindelfasern und Verbindungsfäden, dass ihre Vereinigung mit diesen geboten schien»[4]. Ausserdem gehören von den Elementen des ruhenden Kernes auch die von MIEHE in den Epidermiszellen von *Hyacinthus* entdeckten Verbindungsfäden, die der Kern mit der Hautschicht verbinden, zum Kinoplasma[5].

Wenn man diese Terminologie gelten lässt — und ich glaube, man hat dazu gute Gründe — so ist es einleuchtend, dass die in dieser Arbeit geschilderten Verbindungsfäden, wenigstens in den meisten Fällen, als kinoplasmatische zu bezeichnen sind, ohne das damit etwas über ihre Funktion ausgesagt werden soll. Denn die betreffenden Verbindungsfäden sind entweder, ganz wie die MIEHEschen Aufhängefasern, direkte Kernfortsätze, welche ohne sichtbare Grenze in den Kern übergehen *(Ranunculus, Anemone, Pyrola, Aucuba, Galanthus, Narcissus, Asplenium, Sclaginella)* oder es sind von der Kernmembran ausgehende und mit dieser stofflich identische (oder doch sehr verwandte) Ausläufer, die sich gegen das übrige Protoplasma deutlich abheben *(Solanum, Rumex, Sempervivum, Hyacinthus*zwiebel, *Lilium, Tulipa* u. s. w.). Unter solchen Umständen muss man wohl, wenn man die STRASBURGERsche Terminologie in ihrem jetzigen Sinne überhaupt acceptirt, die betreffenden Verbindungsfäden dem Kinoplasma zurechnen, um so mehr als sie durch ihr Verhalten zu Farbstofflösungen (Aufnahme von Fuchsin aus Fuchsin-Jodgrün-Gemisch, Violettfärbung in Safranin-Gentianaviolett-Orange) auch mit dem sonstigen Verhalten des Kinoplasmas übereinstimmen.

---

[1]) STRASBURGER, Ueber das Verhalten des Pollens etc., Histologische Beiträge, Heft IV S. 60.

[2]) PFEFFER, Pflanzenphysiologie Bd. I S. 41.

[3]) STRASBURGER, Die Ontogenie der Zelle seit 1875, Progressus rei botanicæ Bd. 1, Heft 1 S. 47 (1907).

[4]) Die Ontogenie der Zelle S. 47. Vgl. auch Bonner Lehrbuch (1906) S. 51.

[5]) Die Ontogenie der Zelle S. 103. Vgl. auch MIEHE l. c.

Eine naheliegende Frage ist aber, wie sich die jetzt abgehandelten Verbindungsfäden zu den gewöhnlichen »Plasmasträngen» verhalten. STRASBURGER hebt selbst hervor [1]), dass »mit den Fäden, welche das active Kinoplasma bildet, fadenförmig getrennte Trophoplasmamassen nicht verglichen werden dürfen, wie solche den Saftraum pflanzlicher Zellen durchsetzen», denn »derartige Trophoplasmafäden bleiben stets zurück, wenn der Zellkern bei Ausbildung des Saftraumes innerhalb dieses verharrt, statt in wandständige Lage zu rücken». Die Tatsache, dass der Zellkern in den meisten der vorhin behandelten Fällen tatsächlich eine wandständige Lage eingenommen hat, kann an und für sich schwerlich als Beweis gegen die trophoplasmatische Natur der Verbindungsfasern ausreichen; entscheidend ist hier aber in erster Linie der organische Zusammenhang mit dem Zellkern, resp. mit der Kernmembran. Doch soll es nicht in Abrede gestellt werden, dass es Fälle giebt, wo die Mächtigkeit und teilweise granulirte Beschaffenheit der Verbindungsfäden so lebhaft an gewöhnliche Plasmastränge erinnert, dass man beim ersten Blicke wenigstens geneigt wird, die betreffenden Structuren dem Trophoplasma beizuzählen. Diese Auffassung erhält oft eine scheinbare Stütze, wenn man die einschlägigen Verhältnisse an Alkoholmaterial studirt. In den lebenden Epidermiszellen von *Tulipa* z. B. sieht man schon bei mässiger Vergrösserung die vom Kern ausgehenden Fasern, deren nähere Relationen zur Kernmembran am lebenden Material wenig deutlich hervortreten und die durch ihre Mächtigkeit gleich an die traditionellen Plasmastränge, d. h. Trophoplasmastränge, erinnern. Werden nun diese Zellen z. B. in Alkohol fixirt, so umgiebt sich der Kern mit einer dunklen, scharf kontourirten Membran, die wenigstens teilweise ganz sicher ein Artefact ist, und der Zusammenhang zwischen dem Kern und den meistens durch die Alkoholeinwirkung mehr oder minder desorganisirten Ausläufern wird derartig gelockert oder vernichtet, dass ein ganz irreführendes Bild entsteht, indem die Ausläufer, wenn sie überhaupt noch zu sehen sind, sich als Plasmastränge ohne organische Verbindung mit dem Kern präsentiren. Wie der Alkohol wirken auch andere Fixirungsmittel z. B. das FLEMMINGsche, KAISERsche Gemisch u. s. w.

Indessen scheint es kaum möglich, eine scharfe Grenze zu ziehen zwischen solchen Kernausläufer, die unzweifelhaft als kinoplasmatisch zu bezeichnen (u. A. weil sie kontinuirlich in den Kern übergehen) und solche von der Zellkerngegend ausstrahlenden Strängen, die vorwiegend trophoplasmatischer Natur sind. Sogar in Nachbarzellen eines bestimmten Gewebes, z. B. in den peripher gelegenen Zellen der Kartoffelknolle, findet man zwischen Zellkern und Leukoplasten teils hyalinhomogene Verbindungsfäden, welche ohne Grenze in die dünne ebenfalls hyaline Kernmembran übergehen, teils gröbere, in ihrem centralen Teile grobgranulirte Stränge, welche centripetal zu einer den Kern umgebenden, relativ dicken Hülle zusammenstrahlen (Vgl. Fig. 9, 10, 10 b); im ersterem Falle handelt es sich offenbar

[1]) Ueber Cytoplasmastructuren, Kern- und Zellteilung, Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. XXX (1897) p. 377.

um typisch kinoplasmatische Fasern, im letzteren Falle hat man wohl Gebilde vor sich, die sowohl aus Kinoplasma wie Trophoplasma bestehen [1]). Nun können aber die Verbindungsfäden von Zeit zu Zeit erhebliche Veränderungen untergehen, die sich am lebenden Material unter dem Mikroskop direkt verfolgen lassen: sie können, wie vorhin geschildert wurde, lokal anschwellen, was gewöhnlich mit einer eintretenden Granulirung des Inhalts verbunden ist, oder sie können bis zur Unsichtbarkeit reduzirt werden. Wenn diese sich oft in auffallend raschem Tempo abspielenden Veränderungen in bestimmten Fällen als Folgeerscheinungen eines traumatischen Reizes zu betrachten sind, so lässt sich doch kaum bezweifeln, dass auch im normalen Leben der Pflanze derartige Transformationen gelegentlich vorkommen, und auch von diesem Gesichtspunkte scheint es geboten, die betreffenden Structuren nicht allzu schematisch aufzufassen. Übrigens hat ja PFEFFER schon vor Jahren darauf hingewiesen [2]), dass »ein Wechsel des Aggregatzustandes, wie ihn etwa Gelatine beim Erwärmen und Erkalten durchmacht, voraussichtlich vielfach eine Rolle im Dienste des Lebensgetriebes spielt», und dass demgemäss »einzelne Stoffteilchen, etwa Eiweissmolecüle abwechselnd im flüssigen und festeren Zustande vorhanden sind». Wenn man die Veränderungen, welche die Verbindungsfäden in gewissen Fällen erfahren, genau unter dem Mikroskop verfolgt, bekommt man oft den Eindruck, dass gerade ein solcher Wechsel des Aggregatzustandes hier mit im Spiele ist.

Ein Umstand, der ebenfalls für die kinoplasmatische Natur der hier abgehandelten Differenzirungen spricht, ist ihr Verhalten gegenüber der Temperatur. In solchen Pflanzenteilen, welche eine Zeit lang niederer Temperatur ausgesetzt waren resp. im Winter direkt aus dem Freien geholt wurden, erwiesen sich die betreffenden Structuren meistens schwach ausgebildet, wenn sie auch in gewissen Fällen recht deutlich zu sehen waren; dagegen bewirkte die Wärmezufuhr fast immer eine Erstarkung und numerische Zunahme der Verbindungsfäden. Auch in dieser Hinsicht besitzen also die Verbindungsfäden die Eigenschaften des typischen Kinoplasmas [3]).

In diesem Zusammenhange mögen auch die von NEMEC beschriebenen »reizleitenden Structuren» Erwähnung finden. HABERLANDT, der die betreffenden Structuren zuerst als kinoplasmatische Fasern auffassen wollte, gab später diese Auffassung auf, u. A. weil er in den betreffenden Strängen bei *Allium* eine lebhafte Plasmaströmung vorfand. Obgleich das Vorhandensein einer Plasmaströmung an und für sich nicht gern ein Argument gegen die kinoplasmatische Natur eines

[1]) Dies dürfte auch der Fall sein mit den in den *Orchis*knollen von der Kerngegend ausstrahlenden, meistens oft dicken Plasmasträngen; in manchen von diesen Strängen scheint eine morphologische Differenzirung in Kino- und Trophoplasma nicht vorhanden sein, andererzeits habe ich bisweilen eben in diesen Zellen eine deutliche Differenzirung innerhalb der betreffenden Elemente wahrgenommen, indem die dicken Trophoplasmastränge von feinen central verlaufenden Kinoplasmafäden durchsetzt waren.

[2]) PFEFFER, Pflanzenphysiologie Bd. I S. 38.

[3]) Vgl. hierüber STRASBURGER, Die Ontogenie der Zelle S. 79.

Zellbestandteiles sein kann — sahen wir doch vorhin, dass in den Mieheschen Kinoplasmafasern (bei *Hyacinthus*) gelegentlich eine recht lebhafte Strömung auftreten kann — so glaube ich doch, auch auf Grund eigener Beobachtungen, dass Haberlandts Ansicht über die Natur der betreffenden Structuren bei dem von ihm untersuchten Objekte (Wurzel von *Allium Cepa*) das richtige trifft, und dass es sich also hier um »längsfaserige Structuren strömenden (Tropho-)Plasmas» handelt. Andererseits meine ich aber sicher behaupten zu können, dass einige von den von Nemec beschriebenen Structuren wirklich kinoplasmatischer Natur sind und überhaupt den in dieser Arbeit behandelten Differenzirungen entsprechen. Es gilt dies vielleicht in erster Linie von den der Wurzel des *Asplenium decussatum* [1]) entnommenen Bildern, aber auch andere Objekte z. B. die Zellen aus der Wurzel von *Equisetum arvense*, *Zannichellia palustris* lassen [2]) unzweideutige Beziehungen zu den uns interessirenden Structuren erkennen. In allen diesen Fällen handelt es sich um von dem Kern ausgehende Stränge, welche doch keinerlei Beziehungen zu den Chromatophoren zeigen.

Von trophoplasmatischen Ansammlungen im gewöhnlichen Sinne bestimmt verschieden sind auch diejenigen plasmatischen Gebilde, die besonders schön in den Zwiebeln von *Tulipa* und *Lilium* aufgefunden wurden, und die zum guten Teil aus durch eine cytoplasmatische Zwischensubstanz zusammengekitteten Leukoplasten bestehen. Da diese Zwischensubstanz, in der die Leukoplasten oft bis zur Unsichtbarkeit eingebettet liegen, einerseits in die Kernmembran, andererseits in typische »Aufhängefasern» übergeht, so muss sie wohl auch als Kinoplasma angesprochen werden. Dass das Kinoplasma eine bestimmte Neigung hat sich um den Kern anzusammeln hat übrigens Strasburger schon vor Jahren hervorgehoben [3]).

Was schliesslich *die chemische Qualität* der die Verbindungsfäden aufbauenden Eiweissstoffe betrifft, so wird man es sicher verständlich finden, wenn ich mit Rücksicht auf diesen Punkt vorläufig den Standpunkt des Agnostikers einnehme. Denn so lange wir z. B. über die Natur der in den Laubblättern vorhandenen Proteinstoffe gar nichts sicheres wissen [4]), wäre es doch recht verfehlt, wollte man z. B. mit den von Zacharias eingeführten mikrochemischen Methoden Aufschlüsse über die chemische Natur der in den Epidermiszellen von *Hyacinthus* vorhandenen Kinoplasmafasern bekommen. Denn wenn auch der von Zacharias angewiesene Weg in bestimmten Fällen zu sehr beachtenswerten Resultaten geführt hat, so liegen die Verhältnisse doch wesentlich anders, wenn es sich um ausgewachsene vegetative Zellen handelt, deren Plasmaschlauch zuerst der oxydirenden Wirkung der Osmiumsäure, dann der fällenden Wirkung des Alkohols und obendrein dem unkontrollirbaren Gemisch der im Zellsaft gelösten Pflanzensäuren, Gerbstoffe u. s. w. aus-

1) Nemec, l. c. Taf. I, Fig. 4.
2) Nemec, l. c. Taf. I, Fig. 13 u. Fig. 3; auch Taf. I, Fig. 1 bei X.
3) Strasburger, Histologische Beiträge Heft 5 S. 102.
4) Vgl. Czapek, Biochemie Bd. II S. 201.

gesetzt wurde. In Anbetracht dieser Verhältnisse und bei gleichzeitiger Berücksichtigung der gegenwärtigen Lage der pflanzlichen Eiweisschemie, habe ich es von vornherein für ziemlich aussichtslos gehalten, auf mikrochemischem Wege einige Aufschlüsse über die chemische Natur der hier abgehandelten Structuren zu gewinnen und verzichte auf die Erwähnung meiner in dieser Richtung gemachten bisjetzt erfolglosen Versuche. Dass die betreffenden Differenzirungen aus dem rotblauen Gemisch das Fuchsin, aus einer Safranin-Gentianaviolettlösung mit Vorliebe den letzeren Farbstoff aufnehmen, besagt natürlich in chemischer Hinsicht gar nichts.

Wollen wir nach diesen Auseinandersetzungen die gewonnenen Ergebnisse noch einmal in aller Kürze zusammenfassen, so können wir also sagen, dass in *den untersuchten Fällen* der Zellkern von einer kinoplasmatischen Hülle (Membran) umgeben ist, welche sich in — ebenfalls kinoplasmatische — Ausläufer fortsetzt, die den Zellkern einerseits mit den Chloroplasten resp. Leuko- oder Elaioplasten, andererseits mit dem Hyaloplasma [1]) verbinden. In dieser Weise wird also der Zellkern durch morphologisch differenzirte Elemente sowohl mit der Hautschicht wie mit den vorwiegend nutritiv wirksamen Chromatophoren verbunden. Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dass diese Befunde sehr wohl mit den allgemeinen Anschauungen harmoniren, die STRASBURGER in den letzten Jahren über das Verhalten des Kinoplasmas zum Zellkern entwickelt hat, giebt er doch in jüngster Zeit an, dass der Zellkern in embryonalen und meristematischen Geweben *normal* mit dem Hyaloplasma durch Kinoplasmafäden verbunden ist [2]). Dass vielfach auch in ausgewachsenen Zellen analoge Verbindungsfäden nicht nur zwischen Zellkern und Hyaloplasma, sondern auch zwischen Zellkern und Chromatophoren existiren, scheint indessen dem berühmten Bonner-Forscher bisjetzt entgangen zu sein.

Eine Frage, die natürlich von grösster Wichtigkeit ist, betrifft die Verbreitung der hier beschriebenen Structuren im Pflanzenreich. Handelt es sich um Ausnahmefälle, oder ist der Zellkern normalerweise durch besondere Kinoplasmafäden mit den Chromatophoren verbunden? Ich glaube, die letztere Alternative ist die wahrscheinlichere, wenn man die Einschränkung macht, dass die Ausbildung der fraglichen Structuren sowohl von inneren Bedingungen (Altersstadium, Winterruhe u. s. w.) wie von äusseren Umständen (Temperatur, traumatischer Reiz u. s. w.) beeinflusst wird. Denn für die allgemeine Verbreitung dieser Structurverhältnisse — wenigstens bei den höheren Pflanzen — spricht recht deutlich der Umstand, dass ganz analoge Befunde bei systematisch sehr fernstehenden, auf geradewohl herangezogenen Pflanzen gemacht wurden; man vergleiche nur die Structuren

[1]) Diese Fasern wurden, als schon durch MIEHE u. A. relativ bekannt, in dieser Arbeit weniger berücksichtigt.

[2]) Die Ontogenie der Zelle (1907) S. 93.

einerseits in den Speicherorganen von *Solanum tuberosum, Anemone nemorosa, Lilium candidum, Tulipa Gesneriana* und *Galanthus nivalis,* andererseits in den chlorophyllführenden Zellen von *Aucuba japonica, Ranunculus Lingua* und *Pyrola minor!* Dass indessen sich auch die Verhältnisse innerhalb der Zelle anders gestalten können lehren ja die vorhin erwähnten Statocysten von *Hyacinthus* (Vgl. S. 22), und auch in alternden Zellen scheint der organische Zusammenhang zwischen Zellkern und Chromatophoren allmählich gelockert resp. verniehtet zu werden. Andererseits ist es klar, dass wenn die Chloroplasten so dicht an einander und an dem Zellkern liegen wie es in z. B. in manchen Palissadenzellen der Fall ist, besondere Verbindungsfäden überflüssig werden.

Wie sich die mit Chromatophoren ausgerüsteten Thallophyten in der uns interessirenden Beziehung verhalten, habe ich nicht untersucht, halte es aber auf Grund der schon eingangs erwähnten Litteraturangaben für recht wahrscheinlich, dass auch bei den Algen analoge Structurverhältnisse vorhanden sind.

III. Die physiologische Bedeutung der kinoplasmatischen Verbindungsfäden.

Es wurde in der vorigen Darstellung absichtlich darauf verzichtet, irgendwelche Hypothesen über die physiologische Rolle der in dieser Arbeit beschriebenen Verbindungsfäden aufzustellen, weil es bekanntlich immer eine missliche Sache ist, morphologische Tatsachen ohne weiteres physiologisch verwerten zu wollen. Übrigens ist es auch zu bedenken, dass die Rolle des Zellkerns in vorwiegend nutritiv tätigen Zellen noch keineswegs aufgeklärt ist, und ob z. B. die Chloroplasten an der in den Blättern *voraussichtlich* normal stattfindenden Eiweisssynthese beteiligt sind, wissen wir gegenwärtig nicht [1]), wenn auch dies uns recht plausibel vorkommt. Aber auch wenn das tatsächlich der Fall sein würde, wäre es ja doch keineswegs ausgeschlossen, dass der Zellkern, wie STRASBURGER schon vor Jahren vermutete, zur Bildung der Eiweissstoffe in Verbindung stehe [2]). Auch die Frage von dem Einfluss des Kerns auf Chlorophyll- und Fermentbildung in der Zelle u. s. w. schwebt noch völlig in der Luft.

Immerhin wurden im Vorigen einige Beobachtungen mitgeteilt, welche, wenn sie auch an und für sich wenig beweisen, doch als Anregung zu experimentellen Untersuchungen einiges Interesse beanspruchen können. Ich denke dabei in erster Linie an die S. 13 erwähnten Bewegungen der Chloroplasten, bei denen die Verbindungsfäden offenbar eine gewisse Rolle spielen, und zwar nicht nur als passive Translocationsbahnen, sondern anscheinend auch als aktiv wirksame Bewegungsmechanismen. Wenigstens erhielt ich durch genaue Beobachtung der einschlägigen Verhältnisse bei *Ranunculus Lingua* den bestimmten Eindruck, dass die Chloro-

---

[1]) Vgl. CZAPEK, Biochemie Bd. II S. 204 u. ff.

[2]) STRASBURGER, Zellbildung u. Zellteilung, 3 Aufl. S. 371.

plasten durch lokal auftretende und sich nach einer bestimmten Richtung hin ausbreitende Anschwellungen der Verbindungsfäden nach dem Kern (oder von ihm weg) befördert wurden. Auch lenkten die betreffenden Vorgänge unwillkürlich den Gedanken auf die von PFEFFER [1]) hervorgehobene Möglichkeit eines Wechsels des Aggregatzustandes, wobei die Eiweissmolecüle abwechselnd in flüssigem und in festerem Zustande vorhanden sind. Dass ein solcher Wechsel des Aggregatzustandes Translocationen, etwa von Chloroplasten, innerhalb des Protoplasten bewirken könne, lässt sich wohl kaum bezweifeln, doch liegt ein näheres Eingehen auf diese Verhältnisse ausserhalb des Rahmens der vorliegenden Arbeit.

Ausserdem scheint es sehr plausibel, dass der Stoffaustausch zwischen Kern und Cytoplasma resp. zwischen Kern und Chromatophoren, wenn ein solcher überhaupt stattfindet, durch die mehrfach erwähnten Verbindungsfäden vermittelt wird. Ich denke hierbei an die mikroskopisch nicht wahrnehmbare Aufnahme resp. Abgabe gelöster Stoffe; denn die in den Kinoplasmafäden bisweilen auftretende Plasmaströmung scheint nur in den Fäden selbst und in der dem Cytoplasma angehörigen Kernmembran aufzutreten; ein mikroskopisch wahrnehmbares Hinaustreten der eigentlichen Kernsubstanz in die Kinoplasmafäden ist mir nur in Ausnahmefällen begegnet, und dann augenscheinlich als Reaktion auf einen traumatischen Reiz. Eine andere Sache ist es offenbar, wenn der Zellkern amöbenartig in diesen oder jenen Ausläufer hineinkriecht, und in dieser Weise eine Lageveränderung des ganzen Kernes erzielt wird.

Dass übrigens die verschiedenen Reize, welche eventuell vom Zellkern zu den anderen Organen des Protoplasten entsendet werden, durch die in dieser Arbeit beschriebenen Kinoplasmafäden vermittelt werden, erscheint auch recht wahrscheinlich, besonders wenn man sich daran erinnert, dass die betreffenden Structuren den Höhepunkt ihrer morphologischen Differenzierung in solchen Organen resp. Geweben erreichen, wo die Chromatophoren zu besonderen Leistungen aktivirt werden sollen (Chlorophyllbildung in ergrünenden Rhizomen und Zwiebeln, Stärkebildung resp. Stärkeauflösung u. s. w.). Solange wir aber von den physiologischen Beziehungen zwischen Zellkern und Chromatophoren nicht mehr wissen als es gegenwärtig der Fall ist, dürfte es indessen kaum berechtigt sein, die hier abgehandelten Verbindungsfäden als reizleitende Structuren anzusprechen, wenn auch eine solche Annahme manches für sich hat; vielleicht werde ich in absehbarer Zeit in der Lage sein, diese noch ziemlich dunklen Verhältnisse auf experimentellen Wege etwas aufzuhellen.

[1]) PFEFFER, Pflanzenphysiologie Bd. I S. 38.

(Fertiggedruckt 23. März 1908).

Figurerklärung.

Alle Figuren sind nach Camera und mit wenigen Ausnahmen (*Hæmanthus, Tulipa:* Leitz' Obj. 7) mit Zeiss' homog. Immers. gezeichnet.

Tafel I.

Fig. 1, 2, 3. Zellen aus dem Rindenparenchym von *Ranunculus Lingua*. Fixirung nach der Osmium-Alkoholmethode. Die hellen Partien in den Chloroplasten sind Stärkekörner.
» 4. Lebende Zelle aus dem Rindenparenchym von *R. Lingua*.
» 5. Epidermiszelle aus dem submersen Rhizom von *R. Lingua*. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 6, 7. Rhizom von *Anemone nemorosa:* Zellkern von Stärkekörnern umgeben. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 8. Epidermiszelle aus *Rumex Acetosa*. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 9, 10. Zellkerne mit Stärkekörnern aus den peripheren Zellen einer ergrünten Kartoffel. Fixirung: Osmium-Alkohol.

Tafel II.

Fig. 10 b. Zellkern mit Stärkekörnern aus einer ergrünten Kartoffel. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 11. Zellkern mit Chloroplasten aus einer Epidermiszelle der unteren Blattseite von *Crepis grandiflora*. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 12. Epidermiszelle der unteren Blattseite von *Aucuba japonica*. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 12 b, 12 c. Zellkerne aus dem Schwammparenchym von *Aucuba viridis*. Osmium-Alkohol.
» 13. Epidermiszelle der unteren Blattseite von *Pyrola minor*. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 14. Zellkern mit Chloroplasten aus einer Mesophyllzelle von *Sempervivum arboreum*. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 15, 16, 17. Zellkerne mit Stärkekörnern aus den peripheren Zellschichten einer ergrünten Zwiebel von *Hyacinthus orientalis*. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 17 b. Zellkern aus einer Statolitenzelle im Stengel von *Hyacinthus*.
» 17 c. Zellkern aus dem Rindenparenchym des Stengels von *Hyacinthus*.
» 18. Epidermiszelle aus dem Blatte von *Hyacinthus orientalis*. Fixirung: Osmium-Alkohol.
» 19. Zelle aus dem Wurzelplerom von *Hyacinthus orientalis*. Fixirung: Osmium-Alkohol Mikrotombehandlung.

Tafel III.

Fig. 20. Zellkern mit einem zusammengesinterten Haufen von Leukoplasten aus den peripheren Zellschichten einer Zwiebel von *Lilium candidum*.
» 20 b. Zellkern mit Stärkekörnern aus der Zwiebel von *Lilium candidum*. Osmium-Alkohol.
» 21. Epidermiszelle aus dem Blatte von *Tulipa Gesneriana*. Osmium-Alkohol.

Fig. 21 b. Zellkern aus einer lädirten Epidermiszelle von *Tulipa Gesneriana*. Der abgerundete, grobgranulirte Kern ist von einer scharf abgesetzten Membran umgeben; ringsum die desorganisirten Reste der Verbindungsfäden.

» 22, 22 b. Zellkern mit Stärkekörnern aus der Zwiebel von *Tulipa Gesneriana*. Osmium-Alkohol.

» 22 c, 23. Zellkern mit angewachsenen leukoplasthaltigen Kinoplasmaansammlungen in den peripher gelegenen Zellen der Zwiebel von *Tulipa Gesneriana*. Der Zellkern ist dunkler gehalten. Osmium-Alkohol.

» 24. Zellkern mit Stärkekörnern aus der Zwiebel von *Narcissus poeticus*. Osmium-Alkohol.

» 25 a. Zellkern mit Chloroplasten und Verbindungsfäden aus dem Mesophyll von *Rhodea japonica*. Osmium-Alkohol.

» 25 b = 25 a, aber die Zelle vor der Fixirung lädirt, und der Zellkern infolgedessen schlecht fixirt; die Verbindungsfäden mit den Chloroplasten gänzlich zerstört.

» 26, 26 b, 27. Epidermiszellen aus dem Blatte von *Galanthus nivalis*. Osmium-Alkohol.

» 28. Zellkern mit Stärkekörnern aus der Zwiebel von *Galanthus nivalis*. Osmium-Alkohol.

Tafel IV.

Fig. 29, 30, 31, 32. Zellkerne und Elaioplasten aus den Epidermiszellen des Blattes von *Hæmanthus coccineus*. Fixirung: Osmium-Alkohol.

» 33. Zellkern mit Ausläufern und leukoplasthaltigen Kinoplasmaansammlungen aus der Wurzelknolle von *Orchis angustifolia*. Osmium-Alkohol.

» 34. Zelle aus der Wurzelknolle von *Orchis angustifolia* mit einem maulbeerähnlichen Haufen von Stärkekörnern, in dessen Mitte der (auf dem Bilde nicht sichtbare) Zellkern sich befindet.

» 35. Zellkern mit Ausläufern aus der chloroplastführenden Epidermis von *Asplenium decussatum*. Osmium-Alkohol.

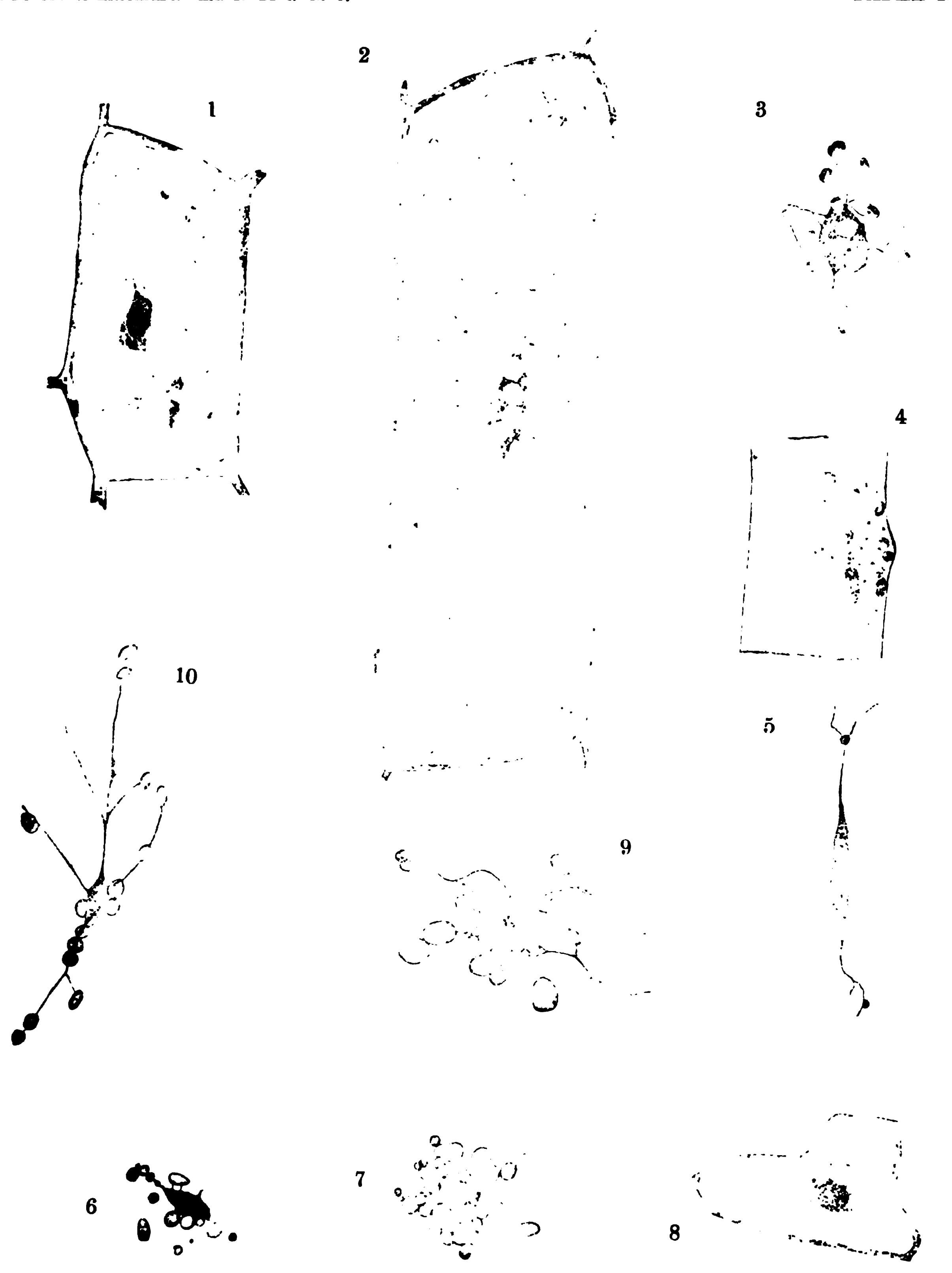
» 36. Epidermiszellen aus dem Blatte von *Asplenium decussatum*. Rechts oben ein Zellkern mit Fettdegeneration. Osmium-Alkohol.

» 37. Eine Epidermiszelle aus dem Blatte von *Asplenium decussatum*, vor der Fixirung lädirt; die Verbindungsfäden desorganisirt, der Kern abgerundet und von einer scharf abgesetzten Membran umgeben. Osmium-Alkohol.

» 38. Schliesszelle aus dem Blatte von *Asplenium decussatum*.

» 39—40. Chloroplastführenden Zellen aus der Rinde von *Selaginella Martensii*.

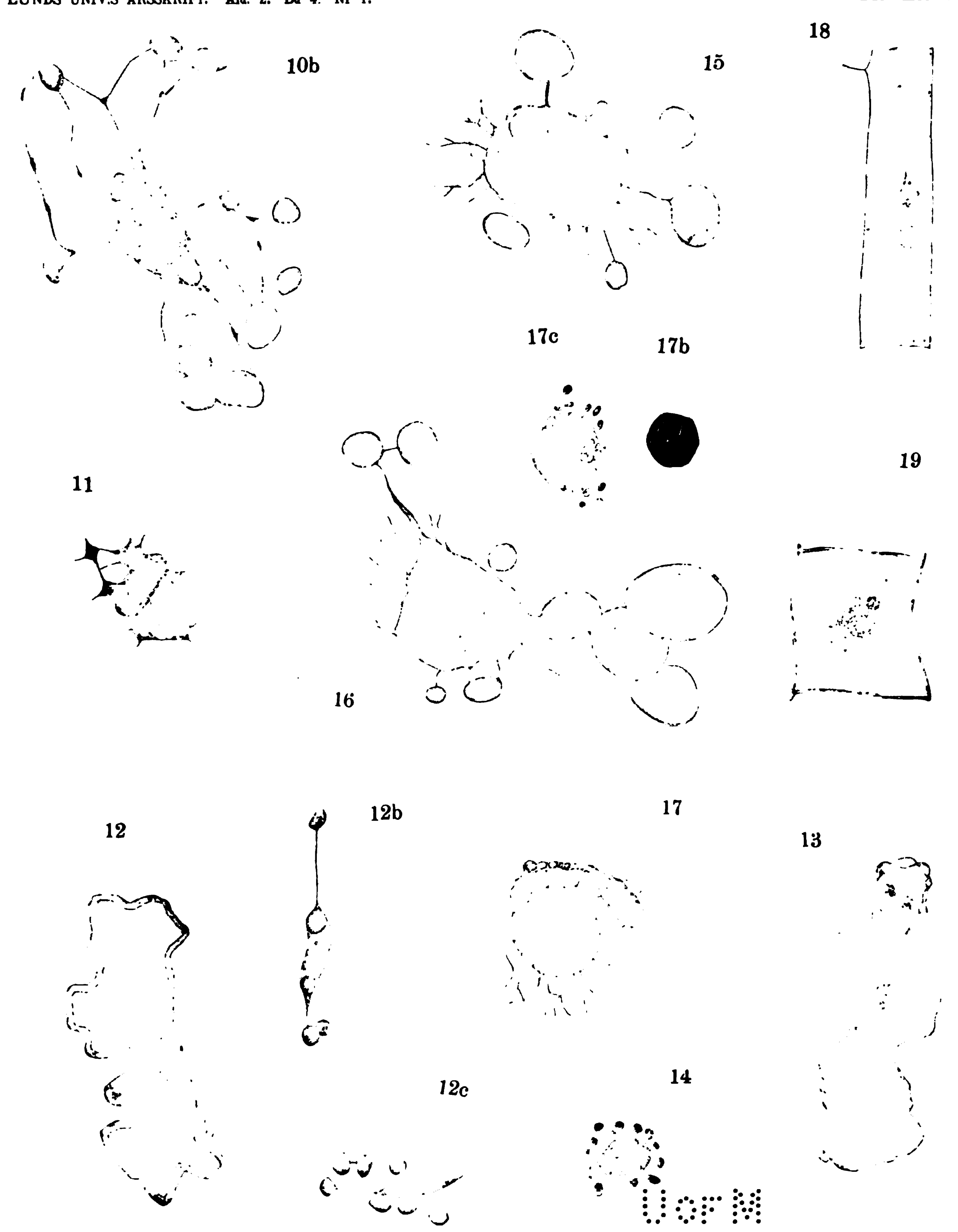
TAFEL I.



Gezeichn. von Heribert Nilsson.

Håkan Ohlssons boktr., Lund.

TAFEL II.



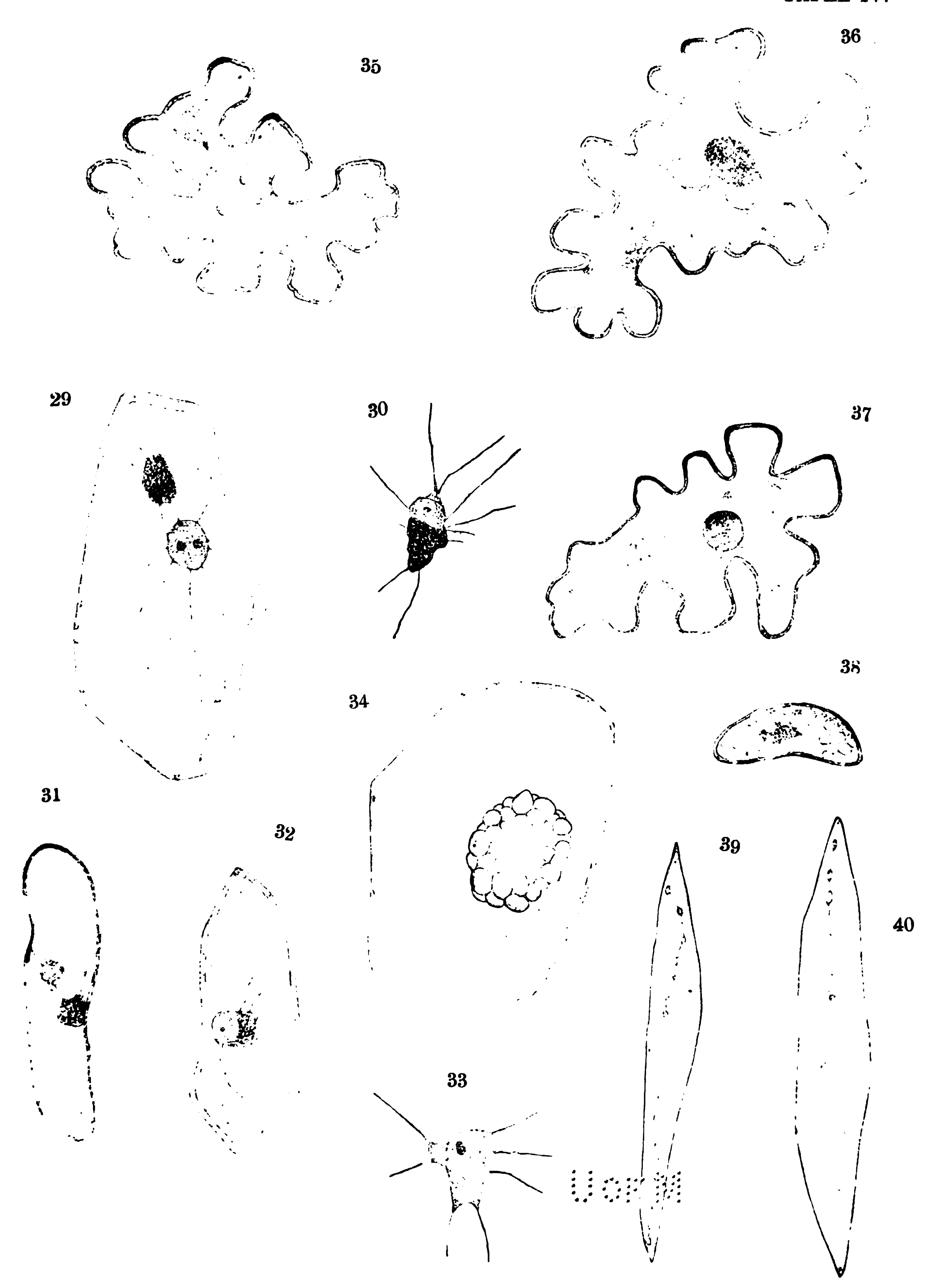
Gezeichn. von HERIBERT NILSSON.

Håkan Ohlssons boktr., Lund.



Gezeichn. von Heribert Nilsson.

Håkan Ohlssons boktr., Lund.



Gezeichn. von HERIBERT NILSSON.

Håkan Ohlssons boktr., Lund.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd. 4. Nr 2.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 19. Nr 2.

OM NÅGRA FÖRENINGAR

MELLAN

ETYLTIOGLYKOLSYRA OCH KUPROSALTER

AV

LUDWIG RAMBERG



LUND 1908
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

I.

Under loppet av en undersökning angående etyltioglykolsyrans kopparsalter, vars resultat först om någon tid komma att offentliggöras, iakttogs, att en koncentrerad vattenlösning av nämnda syra vid kokning löser betydliga mängder kopparklorur och att lösningen vid avsvalning avsätter kristaller av en förening, som torde kunna anses som ett av etyltioglykolsyrans mest karaktäristiska derivat. Jag föranleddes härav att något närmare undersöka etyltioglykolsyrans föreningar med de vanligaste kuprosalterna för att därigenom dels lämna ett bidrag till nämnda syras karaktäristik, dels ock skaffa ökat material för belysande av den något oklara frågan om den envärda kopparatomens koordinationstal. — Antalet hittills bekanta komplexa kuproföreningar är ej så stort, att ej en ökning av detsamma redan i och för sig skulle ega ett visst intresse. Härtill kommer, att nedan beskrivna föreningar äro representanter för en ganska ofullständigt studerad klass, samt att det i några fall lyckats att bestämma deras molekylvikt i etyltioglykolsyra som lösningsmedel, vilket även innebär ett bidrag till kännedomen om kuprohalogenidernas molekylstorlek i lösning. Däremot har dessa föreningars obeständighet i vattenlösning tyvärr omöjliggjort vissa undersökningar, som skulle varit av stort intresse, t. ex. bestämning av deras elektrolytiska dissociation. Möjligen kunna dylika bestämningar utföras vid vissa andra kuprosulfinföreningar, med vilkas närmare undersökning jag f. n. är sysselsatt.

Om det för framställning av nedan beskrivna föreningar använda utgångsmaterialet är ej mycket att säga. Etyltioglykolsyran framställdes enligt det förfaringssätt, som jag på annat ställe beskrivit [1]). Kopparklorur och -bromur erhöllos genom att inleda svavelsyrlighet i en varm lösning av kopparsulfat och klor- resp. bromkalium; den vackert kristalliniska fällningen tvättades först med svavelsyrlighetsvatten, sedan med isättika, varefter den så hastigt som möjligt torkades först å vattenbad, därpå under kort tid i torkskåp vid 110 °. Preparaten visade efter flera månaders förvaring knappt spår av begynnande oxidation. Kopparjodur och rodanur fälldes med jod- resp. rodankalium ur en kall, med över-

---

[1]) Ber. d. deutschen chem. Ges. *40*, 2588 (1907).

skott av svavelsyrlighetsvatten försatt kopparsulfatlösning. Kuprosulfit framställdes genom att under längre tid behandla dess i stundom ombytt vatten uppslammade ammoniumsulfitdubbelsalt (erhållet genom att inleda svavelsyrlighet i en ammoniakalisk kopparsulfatlösning) med en långsam ström av svavelsyrlighet, tills det bildade röda kristallpulvret under mikroskop visade sig homogent, varefter det tvättades med svavelsyrlighetsvatten och slutligen helt kort med aceton.

Beträffande analyserna må nämnas, att koppar alltid bestämts elektrolytiskt efter föregående avrykning med svavelsyra. Det härvid erhållna kopparsulfatet löstes i 80—100 ccm. vatten, omkr. 2 ccm. rykande salpetersyra tillsattes och lösningen elektrolyserades under användning av en Winklers nätkatod. Svavel har alltid bestämts genom förbränning enl. Klason; ofta har en eventuel halogenhalt bestämts samtidigt. Vid dessa analyser måste rör, skepp och platinarullar naturligtvis sorgfälligt sköljas med utspädd salpetersyra för att nedbringa kopparsalterna i förlaget. Stundom har för halogenbestämning följande enkla metod användts: Substansen övergöts i en bägarkolv med vatten, varefter överskott av silvernitratlösning tillfördes; slutligen tillsattes litet salpetersyra och uppvärmdes över öppen låga, tills kuprosalt och utreducerat silver oxiderats, varefter kolven ställdes på vattenbad, tills halogensilvret fullständigt avsatt sig.

II.

Föreningar med kopparklorur.

1. $CuCl, 2C_2H_5SCH_2COOH$.

Denna förening framställes genom att vid högre temperatur lösa kopparklorur i vattenfri etyltioglykolsyra. Då man emellertid ej genom tvättning kan befria de vid avsvalning utfallande kristallerna från moderluten, alldenstund alla vätskor, som kunde komma i fråga för detta ändamål, antingen sönderdela föreningen eller ytterst lätt lösa densamma, är det av vikt att söka erhålla möjligast välutbildade och från moderlutsinneslutningar fria kristaller. Detta ernås på följande sätt: Kopparklorur löses under uppvärmning i 4 à 5 gånger sin vikt etyltioglykolsyra. Lösningen är i början starkt färgad, om kopparkloruren ej är fullt fri från kuprisalt, men blir vid fortsatt upphettning snart nästan färglös, i det att kuprisaltet reduceras av syran. Efter någon avsvalning placeras den med ett urglas täckta bägare, som innehåller lösningen, i ett paraffinoljebad, vars temperatur hålles vid 40°—45°. Lösningen ympas med ett kristallfragment (som lätt erhålles genom att på ett urglas riva några droppar av lösningen med en glasstav), och tempera-

turen sänkes mycket långsamt till rumstemperatur. Efter ett à två dygn avsugas de avskilda kristallerna hårt och befrias genom upprepad prässning mellan filtrerpapper från vidhängande moderlut, varefter de torkas i vakuumexsiccator över kali. Utbyte omkr. 2.5 ggr den använda kopparklorurens vikt.

Analyser:

1. 0.5046 gr. av föreningen lämnade 0.0939 gr. Cu.
2. 0.2370 gr. substans gav 0.0995 gr. AgCl.
3. 0.2171 gr. substans gav 0.2991 gr. $BaSO_4$.

	Ber. för $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H = 339.8$	Funnet
Cu	18.74 %	18.61 %
Cl	10.45 »	10.38 »
S	18.90 »	18.92 »

Föreningen bildar färglösa, platta prismer, som smälta något oskarpt vid 57°—59°. I torr luft oxideras den ganska långsamt, dock vida hastigare än motsvarande bromid (se sid. 11). I helt litet vatten löses föreningen klart, vid utspädning grumlas lösningen av kopparklorur. På liknande sätt förhåller den sig gent emot alkohol; vid upphettning av en måttligt koncentrerad klar alkohollösning utfaller kopparklorur, men löses åter, åtminstone delvis, vid avkylning. Samma förhållande kan även iakttagas hos föreningens lösning i aceton. I dessa lösningar inställer sig tydligen ett jämnviktstillstånd mellan etyltioglykolsyra, kopparklorur, föreningen $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ och åtminstone *en* förening med mindre än 2 mol. $C_2H_5SCH_2CO_2H$ på 1CuCl [1]). Med stigande temperatur ökas föreningarnas dissociation i CuCl och $C_2H_5SCH_2CO_2H$. Eter och isättika sönderdela föreningen genast, benzol långsammare. Med konc. svavelsyra utvecklas klorväte hastigt redan vid rumstemperatur (se vidare sid. 9). Vid upphettning sönderfaller substansen lätt i kopparklorur och etyltioglykolsyra: 0.2287 gr. lämnade 0.0667 gr. CuCl, ber. 0.0668 gr.; redan å vattenbad sker denna sönderdelning, fastän ganska långsamt.

En approximativ bestämning av kopparklorurs löslighet i etyltioglykolsyra vid rumstemperatur, utförd å moderluten från ovan beskrivna förenings utkristallisering, gav följande resultat: 2.08 gr. lösning lämnade 0.131 gr. Cu; alltså lösa 100 gr. etyltioglykolsyra 11 gr. CuCl. Naturligtvis gör denna bestämning ej anspråk på större noggrannhet.

På grund av föreningens relativt ringa beständighet kan för fastställande av dess molekylvikt ingen annan metod ifrågakomma än bestämning av fryspunktsdepressionen hos dess lösningar i etyltioglykolsyra. Då denna syra är ytterst hygroskopisk och dess fryspunkt ligger tämligen lågt (—8.7 [2])), användes följande anordning: En Beckmannapparat med elektromagnetisk omrörare och luftmantel

[1]) Ur vattenlösningen kan föreningen $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$ isoleras (se nedan). Det har ej lyckats att ur alkohol- eller acetonlösningen isolera någon motsvarande förening.

[2]) Ber. d. deutsch. Chem. Ges. *40*, 2588 (1907).

nedsattes i en större, försilvrad Dewarbägare, innehållande omkr. en liter alkohol, som medelst fast kolsyra avkyldes c:a 3° under syrans fryspunkt. Badets temperatur mättes med en toluoltermometer, syrans, resp. lösningens, med en vanlig Beckmanntermometer, delad i 0.01°. En oväntad svårighet, härrörande därur att etyltioglykolsyra ej kan bringas till spontan kristallisation förr än vid avkylning till — 15° à — 20°, övervanns genom följande konstgrepp, som torde vara användbart även i andra fall och uppenbarligen är vida överlägset den vanliga »ympningsmetoden», vilken i synnerhet vid hygroskopiska lösningsmedel med låg smältpunkt är svår att använda och ofta medför betydliga fel: Sedan lösningen avkylts 0.5° à 1° under sin fryspunkt, lyftes frysröret, så att lösningens yta kom 1 à 2 cm. över luftmantelns kant, och ett stycke fast kolsyra av ärtstorlek, placerat i en urgröpt kork, prässades mot frysrörets vägg strax under vätskeytan. Genom den starka lokala underkylningen inträdde inom några sekunder kristallisation, varefter röret genast nedsattes i luftmanteln och omröraren (som under den nyss beskrivna processen naturligtvis lämnats i vila) sattes i gång. För bestämning av etyltioglykolsyrans molekulära fryspunktsdepression användes dels sublimerad kamfer, dels naftalin. Resultatet meddelas i följande tabeller. Värdena äro beräknade för 1 mol löst substans på 100 gr. lösningsmedel.

Tab. 1.

Löst substans: kamfer. — Lösningsmedlets vikt: 17.73 gr.

gr. löst sbst.	fryspunkt	depression	mol.-depression
0	1.122°	—	—
0.270	0.580°	0.542°	54.1
0.412	0.295°	0.827°	54.1
			medium 54.1

Tab. 2.

Löst substans: naftalin. — Lösningsmedlets vikt: 18.31 gr.

gr. löst sbst.	fryspunkt	depression	mol.-depression
0	1.151°	—	—
0.175	0.734°	0.417°	55.9
0.287	0.473°	0.678°	55.4
0.445	0.116°	1.035°	54.5
			medium 55.2

I det följande har såsom värde å etyltioglykolsyrans molekulära fryspunktsdepression antagits 54.7. Härur beräknas med van't Hoffs formel dess spec. smältvärme till 25.2 cal. gram.

Tab. 3.

Löst substans: $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$. — Lösningsmedlets vikt: 18.10 gr.

gr. löst sbst.	fryspunkt	depression	molekylvikt
0	1.136°	—	—
0.253	0.928°	0.208°	368
0.363	0.845°	0.291°	377
		medium	372

Tab. 4.

Löst substans: $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$. — Lösningsmedlets vikt: 17.74 gr.

gr. löst sbst.	fryspunkt	depression	molekylvikt
0	1.139°	—	—
0.347	0.842°	0.297°	360
0.473	0.741°	0.398°	367
0.648	0.615°	0.524°	381
		medium	369

Mot formeln $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ svarar molekylvikten 339.3. De funna värdena äro något större (6—12 %) och stiga kontinuerligt med koncentrationen. Om man lineärt extrapolerar molekylviktens värde för koncentrationen 0 (»oändlig utspädning»), finner man ur Tab. 3 värdet 347 och ur Tab. 4 (de två första bestämningarna) talet 341, således i båda fallen mycket nära det teoretiska värdet. De vid högre koncentrationer funna större värdena kunna visserligen bero på en med koncentrationen tilltagande polymerisering av föreningen, men det bör påpekas, att redan de mest utspädda lösningarna äro omkr. $^1/_{20}$-molara, vadan man ej har obetingad rätt att vid de mera koncentrerade vänta lösningslagarnas stränga giltighet. Även naftalinlösningen (Tab. 2) visar f. ö. en med stigande koncentration avtagande molekulär depression, d. v. s. den skenbara molekylvikten stiger även i detta fall med koncentrationen.

De nu anförda mätningarna innebära naturligtvis även en bestämning av kopparklorurens molekylvikt i etyltioglykolsyra som lösningsmedel, alldenstund det är likgiltigt, om lösningen erhålles genom upplösning av $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ eller av CuCl, vilket senare på grund av kopparklorurens ringa lösningshastighet vid lägre temperatur är förbundet med svårigheter. Kopparklorurens molekylvikt i ifrågavarande lösningsmedel svarar alltså mot formeln CuCl, åtminstone vid »oändlig utspädning». Till liknande resultat hava åtskilliga forskare kommit vid andra lösningsmedel, t. ex. kokande pyridin [1]), kinolin [2]) och vismutklorid [3]) samt smältande kvicksilverklorid [4]). I metylsulfid har man däremot funnit för koppar-

[1]) WERNER, Zeitschr. f. anorg. Ch. *15*, 1 (1897).
[2]) BECKMANN och GABEL, Zeitschr. f. anorg. Ch. *51*, 240 (1906).
[3]) L. RÜGHEIMER och E. RUDOLFI, Lieb. Ann. *339*, 333 (1905).
[4]) BECKMANN, Zeitschr. f. anorg. Ch. *55*, 179 (1907).

klorur 135 (för kopparbromur däremot 139!) och i etylsulfid för kopparklorur 141, för kopparbromur 220, alltså värden, som betydligt överstiga de mot formlerna CuCl och CuBr svarande (99 resp. 143)[1]. I allmänhet stiger även i dessa fall molekylvikten med lösningens koncentration. Om man antager, att kopparkloruren i etyltioglykolsyrelösningen finns i form av en bestämd kemisk förening med lösningsmedlet, måste detta även antagas vara fallet såväl i pyridin- och kinolin- som i metyl- och etylsulfidlösningarna.

2. $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2COOH, H_2O$.

Om etyltioglykolsyra, utspädd med en ungefär lika stor volym vatten, kokas med kopparklorur, så länge denna löses, så avsätter den filtrerade lösningen vid avsvalning färglösa, glänsande, platta prismer eller nålar, vilkas sammansättning, såsom nedan anförda analyser visa, svarar mot ovanstående formel. Kristallerna avsugas, tvättas hastigt först med etyltioglykolsyrehaltigt vatten, därpå med rent vatten, slutligen med litet aceton, varefter de torkas i vakuumexsiccator. Moderluten kan efter tillsats av litet etyltioglykolsyra användas för framställning av en ny portion av föreningen. 5 gr. syra + 5 ccm. vatten lösa 3.8—4 gr. CuCl, och man får ett utbyte av omkr. 2.7 gr. kristaller.

Analyser:

1. 0.2731 gr. gav 0.1034 gr. Cu.
2. 0.2480 gr. lämnade 0.2115 gr. AgCl och 0.1720 gr. $BaSO_4$.

	Ber. för $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O = 336.3$	Funnet
Cu	37.83 %	37.86 %
Cl	21.09 »	21.09 »
S	9.54 »	9.52 »

I torr luft oxideras denna förening vida långsammare än den förut beskrivna; ännu efter flera månaders förvaring i exsiccator äro kristallerna fullkomligt färglösa. I fuktig luft mörkna de däremot hastigt. Vid upphettning sönderdelas de utan att smälta. Av vatten, alkohol och aceton angripes föreningen endast långsamt vid vanlig temperatur, hastigare vid upphettning, varvid kopparklorur avskiljes. Genom tillsats av etyltioglykolsyra och uppvärmning kan man få en klar vattenlösning (i denna finns naturligtvis till stor del föreningen CuCl, $2C_2H_5SCH_2CO_2H$). Denna lösning fälles ej av bromkalium, men väl av jodkalium, varom mera längre fram (sid. 13). Rodankalium fäller genast kopparrodanur, natronhydrat i överskott och silvernitrat fälla ävenledes omedelbart kopparoxidul, resp. klorsilver. Ur anförda reaktioner framgår, att kopparklorurens föreningar med etyltioglykolsyra ej äro synnerligen starkt komplexa. Konc. svavelsyra utvecklar redan vid rumstemperatur klorväte. Se härom vidare nedan (sid. 9).

---

[1]) WERNER, Zeitschr. f. anorg. Ch. *15*, 1 (1897).

Den senast beskrivna föreningen kan f. ö. bekvämare erhållas enl. följande förfaringssätt: 5 gr. kopparklorur och 4 gr. etyltioglykolsyra lösas i ung. 12 ccm. varm rykande saltsyra, varefter utspädes med 50 ccm. vatten och filtreras. Den nästan färglösa vätskan avsätter en riklig mängd (5.4—5.5 gr.) stora, (stundom flera centimeter långa) kristaller [1], vilka i regel äro bättre utbildade än de enl. den först beskrivna metoden erhållna, men alltid mindre beständiga än dessa, sannolikt på grund av moderlutsinneslutningar. Följande analyser visa, att sammansättningen är densamma som de enligt första förfaringssättet erhållna kristallernas:

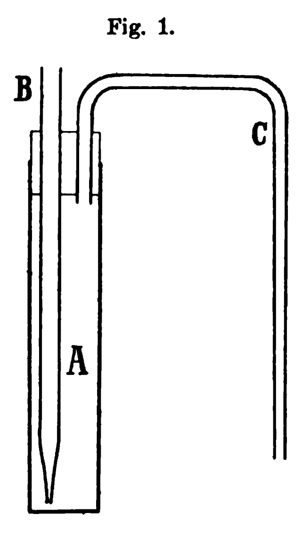
1. 0.3018 gr. sbst. lämnade 0.1141 gr. Cu.
2. 0.2320 gr. gav 0.1975 gr. AgCl.
3. 0.2231 gr. gav 0.1561 gr. $BaSO_4$.

	Ber. för $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$	Funnet
Cu	37.83 %	37.81 %.
Cl	21.09 »	21.05 »
C	9.54 »	9.61 »

Den nu beskrivna föreningen torde vara etyltioglykolsyrans mest karaktäristiska hittills kända derivat, och den senast anförda metoden för dess framställning lämpar sig synnerligen väl för identifiering av etyltioglykolsyra.

3. Om invärkan av koncentrerad svavelsyra på föreningarna $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ och $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$.

Fig. 1.



Redan förut har nämnts, att kopparklorurens båda föreningar med etyltioglykolsyra vid rumstemperatur utveckla klorväte vid tillsats av koncentrerad svavelsyra. Då det kunde vara av ett visst intresse att få avgjort, huruvida i båda fallen hela klorhalten avges i form av klorväte, utfördes några mätningar enligt följande metod: I ett litet preparatrör, A, (se Fig. 1) avvägdes en så stor mängd av den ytterst fint pulveriserade föreningen i fråga, att dess klorhalt svarade mot 1 millimol HCl (alltså 1 millimol = 0.339 gr. av $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$, $^1/_2$ millimol = 0.168 gr. av $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$), varefter genom det i en kapillär spets utdragna röret B inleddes en långsam ström av torr, luftfri kolsyra, under det att röret C infördes i en bägare med vatten. Sedan luften utdrivits ur apparaten, infördes i B omkr. 0.7 ccm. konc. svavelsyra medelst en kapillarpipett, varefter kolsyreströmmen åter påsläpptes. För ernående av möjligast konstant gasström var ett kapillarrör infogat i ledningen framför B, och övre vätske-

[1] Kristallisation inträder omedelbart vid ympning med en kristall, erhållen på det först beskrivna sättet, varur framgår, att samma kem. individ i båda fallen föreligger.

ytan i den för kolsyreutvecklingen använda Kipp-apparaten hölls å tillnärmelsevis konstant nivå (på omkr. ± 3 mm. när). På bestämda tider utbyttes den bägare, i vilken röret C utmynnade, hastigt mot en annan, vätskan neutraliserades noga med klorfri natronlut, och klorhalten bestämdes genom titrering enl. Mohr med $\frac{n}{10}$ silvernitratlösning. Om hela klorhalten avgavs, skulle alltså vid båda föreningarna förbrukas inalles 10.00 ccm. silvernitrat. Resultatet återgives i följande tabeller, varjämte det grafiskt representeras av kurvorna i Fig. 2, där abscissan anger tiden i timmar, ordinatan millimol avgivet klorväte.

A. $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$.

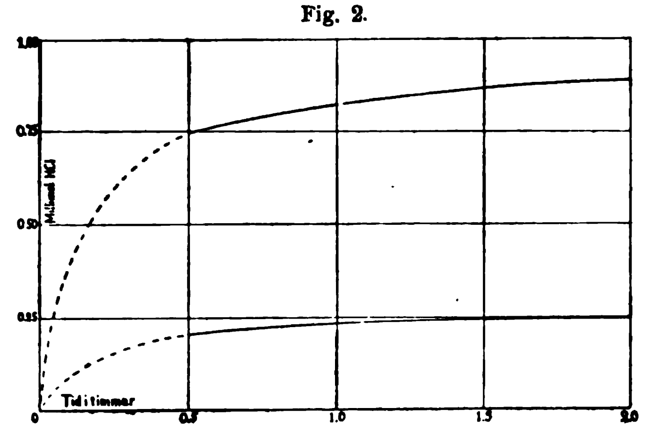
Tid i timmar	ccm. $\frac{n}{10}$ $AgNO_3$	Summa d:o
0.5	7.43	7.43
1.0	0.82	8.25
1.5	0.37	8.62
2.0	0.27	8.89
16.0	1.13	10 02

B. $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$.

Tid i timmar	ccm. $\frac{n}{10}$ $AgNO_3$	Summa d:o
0.5	2.02	2.02
1.0	0.28	2.30
1.5	0.12	2.42
2.0	0.07	2.49
5.5	0.17	2.66
22.0	0.15	2.81

Vid ett på samma sätt utfört försök med CuCl förbrukades efter 5.5 timmar blott 0.08 ccm. silverlösning.

Fig. 2.



Den övre kurvan hänför sig till 1 millimol $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$, den nedre till $^1/_2$ millimol $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$.

En blick på ovanstående tabeller och kurvor visar, att under det att föreningen $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ efter 2 tr. avgivit $^9/_{10}$ och efter 16 timmar hela klorhalten, har föreningen $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$ efter 2 tr. blott förlorat $^1/_4$ av sin klorhalt, varefter klorväteutvecklingen så gott som avstannar. Den närmast till hands liggande förklaringen på sistnämnda förenings förhållande är att den vid beröring med svavelsyran sönderfaller i vatten, kopparklorur och $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ enligt formeln $2(Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O) = 2H_2O + 3CuCl + CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$, varefter $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ reagerar med svavelsyran under klorväteutveckling, under det att CuCl ej (eller blott ytterst långsamt) angripes. Vid reaktionen mellan svavelsyra och $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ bildas säkerligen en förening mellan kuprosulfat och etyltioglykolsyra, men det har hittills ej lyckats att isolera detta ämne.

III.

Föreningar med kopparbromur.

1. $CuBr, 2C_2H_5SCH_2COOH$.

Föreningen framställes på liknande sätt som motsvarande klorid. Man löser 2 gr. CuBr under uppvärmning och omrörning i omkr. 10 gr. etyltioglykolsyra, placerar lösningen i ett paraffinoljebad och ympar vid 60°, varefter temperaturen helt långsamt sänkes. Efter ett dygn avsugas kristallerna, tvättas hastigt med några ccm. benzol (vid längre tvättning inträder sönderdelning) och torkas i vakuumexsiccator. Utbyte omkr. 4.6 gr.

Analyser:

1. 0.6069 gr. substans gav 0.1007 gr. Cu.
2. 0.3007 gr. substans lämnade 0.1475 gr. AgBr och 0.3680 gr. $BaSO_4$.

	Ber. för $CuBr, 2C_2H_5SCH_2CO_2H = 383.8$	Funnet
Cu	16.57 %	16.59 %
Br	20.83 »	20.87 »
S	16.71 »	16.80 »

Föreningen bildar färglösa prismer eller nålar, som smälta något oskarpt vid 77°—78°. I torr luft oxideras den ytterst långsamt. Vid starkare upphettning bortgår etyltioglykolsyra, och kopparbromur återstår (0.50 gr. lämnade 0.20 gr. CuBr, ber. 0.19 gr.).

Å moderluten från föreningens utkristallisering utfördes en approximativ bestämning av kopparbromurens löslighet i etyltioglykolsyra vid rumstemperatur: 1.70 gr. av lösningen lämnade 0.0299 gr. Cu, motsv. 0.0675 gr. CuBr. Alltså lösa 100 gr. etyltioglykolsyra vid rumstemperatur 4.1 gr. CuBr. På grund av denna ringa löslighet och dess hastiga minskning med fallande temperatur ansågs det lönlöst att försöka bestämma föreningens molekylvikt på samma sätt som använts vid kloriden.

Om föreningen övergjutes med kallt vatten, flyter den sönder till en tung olja, som långsamt blir grön på grund av oxidation. Vid upphettning avskiljes CuBr. I kall aceton är föreningen ytterst lättlöslig; vid lösningens frivilliga avdunstning avskiljas kristaller, vilka, sedan de genom prässning mellan filtrerpapper befriats från den sirupösa moderluten och torkats i exsiccator, smälta vid 77°. De utgöra alltså den oförändrade föreningen. Även i kall alkohol löses föreningen lätt. Vid stark utspädning av alkohol- och acetonlösningen utfaller CuBr. Hos lagom utspädda aceton- och alkohollösningar kan samma fenomen iakttagas, som hos kloridens lösningar, och ännu tydligare än hos dessa: lösningarna grumlas vid upphettning, men den utfällda kopparbromuren löses åter vid avkylning.

Kloriden och bromiden torde vara isomorfa, ty de utlösa ömsesidigt kristallisation i varandras övermättade lösningar i etyltioglykolsyra. Vinkelmätningar hava ej utförts, dels på grund av kloridens relativt stora obeständighet i luften, dels på grund av svårigheten att erhålla kristallindivider med väl reflekterande ytor.

I avsikt att söka erhålla en förening med annat förhållande mellan komponenterna CuBr och $HCO_2CH_2SC_2H_5$ kokades en lösning av 5 gr. etyltioglykolsyra i 20 ccm. toluol i en med återloppskylare försedd kolv under $^1/_2$ timme med överskott av kopparbromur. Den filtrerade lösningen avsatte småningom en mängd fina, hopgyttrade nålar (2.6 gr.). Dessa visade sig vid analys innehålla 16.4 % Cu och 20.5 % Br och utgjordes alltså av den ovan beskrivna föreningen. De smälte vid 77°—78°.

2. $Cu_2Br_2, C_2H_5SCH_2COOH, H_2O$.

För framställning av denna förening löser man 4 gr. etyltioglykolsyra och 6 gr. kopparbromur i 20 ccm. kokande, c:a 2-n bromvätesyra. Den svagt gula lösningen avsätter småningom väl utbildade kristaller. Om man ej ympar, kan det emellertid dröja flera dagar, innan spontan kristallisation inträder. Kristallerna avsugas, tvättas med litet 2-n bromvätesyra, prässas mellan filtrerpapper och torkas i vakuumexsiccator över kali. Utbyte något växlande, 2 à 3 gr., bättre ju lägre rummets temperatur är.

Analyser:

1. 0.3969 gr. substans gav 0.1188 gr. Cu.
2. 0.2184 gr. substans lämnade 0.1937 gr. AgBr och 0.1215 gr. $BaSO_4$.

	Ber. för $Cu_2Br_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O = 425.3$	Funnet
Cu	29.91 %	29.93 %
Br	37.60 »	37.74 »
S	7.54 »	7.64 »

Föreningen uppträder vanligen som stora (stundom centimeterlånga), färglösa, glänsande, ytterst väl utbildade tavlor eller korta prismer. Stundom fås dock mera långsträckta prismer eller t. o. m. fina nålar. Sönderdelas vid upphettning utan att smälta. Av vatten, alkohol, eter, aceton m. fl. vätskor sönderdelas den betydligt hastigare än motsvarande klorid. Den torde f. ö. vara isomorf med denna, ty de båda föreningarna utlösa ömsesidigt kristallisation i varandras övermättade lösningar. I torr luft oxideras den långsamt.

IV.

Förening med kopparjodur.

$Cu_2J_2, 2C_2H_5SCH_2COOH$.

Denna förening erhölls först på följande sätt: 2 gr. $Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$ löstes i 5 ccm. kokande vatten under tillsats av den för klar lösnings erhållande nödiga mängden etyltioglykolsyra (omkr. 1.3 gr.); lösningen utspäddes med 3 ccm. kallt vatten och försattes droppvis med en lösning av 1.97 gr. jodkalium i 3 ccm. vatten. Genast avskildes en nästan färglös, tung olja, som snart började avsätta små kristaller och efter omkr. en timme fullständigt stelnat till en kristallmagma. Denna söndertrycktes, avsögs hårt, tvättades först med etyltioglykolsyrehaltigt, sedan med rent vatten och torkades i vakuumexsiccator över konc. svavelsyra. Utbyte 3.53 gr.

Analyser:

1. 0.4238 gr. substans gav 0.0872 gr. Cu.
2. 0.2173 gr. substans lämnade 0.1651 gr. AgJ och 0.1632 gr. $BaSO_4$.

	Ber. för $CuJ, C_2H_5SCH_2CO_2H = 310.7$	Funnet
Cu	20.48 %	20.58 %
J	40.87 »	41.05 »
S	10.32 »	10.31 »

Samma förening har även erhållits på följande sätt: I 4 gr. etyltioglykolsyra infördes under omrörning och måttlig upphettning kopparjodur, så länge den löstes (omkr. 1.4 gr.). Efter avsvalning utspäddes starkt (10—15 ggr lösningens volym) med benzol. Under loppet av några dygn avsatte sig omkr. 2 gr. små färglösa, glänsande prismer, några av ett par millimeters längd. De avsögos, tvättades med benzol och torkades i vakuumexsiccator.

Analyser:

1. 0.5348 gr. lämnade 0.1100 gr. Cu.
2. 0.2191 gr. substans gav 0.1640 gr. AgJ.
3. 0.2155 gr. substans lämnade 0.1627 gr. $BaSO_4$.

	Ber. för $CuJ, C_2H_5SCH_2CO_2H = 310.7$	Funnet
Cu	20.48 %	20.57 %
J	40.87 »	40.46 »
S	10.32 »	10.37 »

Föreningens löslighet i etyltioglykolsyra är även vid dennas smältpunkt tillräckligt stor för att tillåta molekylviktsbestämning, emellertid sker upplösningen mycket långsamt. Resultatet angives i följande tabell.

Lösningsmedlets vikt: 18.08 gr.

gr. löst sbst.	fryspunkt	depression	molekylvikt
0	1.153°	—	—
0.212	1.046°	0.107°	599
0.427	0.931°	0.222°	582

Molekylvikten närmar sig alltså till det mot formeln $Cu_2J_2, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ svarande värdet 621.4. Att lägre och med stigande koncentration avtagande värden erhållits, torde bero därpå, att, såsom ovan nämnts, föreningen löser sig mycket långsamt i etyltioglykolsyra, vadan bestämningarnas utförande tog en tid av nära tre timmar. Nu visade det sig, att den ytterst hygroskopiska etyltioglykolsyran trots all försiktighet långsamt upptog fuktighet ur luften vid förvaring i den för molekylviktsbestämningarna använda apparaten, så att dess fryspunkt småningom sjönk. De i ovan anförda tabell anförda depressionerna äro på grund härav för stora. Genom att anbringa korrektioner för fryspunktens sjunkande, vunna genom ett blint försök under samma förhållanden och under lika lång tid som ovan anförda bestämningar, skulle värden omkr. 630 hava erhållits (korrektioner av denna art äro naturligtvis alltid något osäkra). I motsats till kopparklorur visar alltså kopparjodur i etyltioglykolsyrelösning en mot den fördubblade formeln Cu_2J_2 svarande molekylvikt. — Även vid några andra komplexa kuproföreningar har det visat sig, att tendensen till polymerisering är större hos additionsderivat av CuJ än hos sådana av CuBr och CuCl. Så fann t. ex. A. Arbusow [1]) i kloroformlösning för föreningen $CuCl, P(OCH_3)_3$ molekylvikten 374 (ber. 223), för $CuBr, P(OCH_3)_3$ 576 (ber. 268) och för $CuJ, P(OC_2H_5)_3$ i benzollösning molekylvikten 1088 (ber. 357).

Föreningen $Cu_2J_2, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ bildar små färglösa, glänsande prismer, stundom nästan mikroskopiska, stundom av några millimeters längd. Vid hastig upphettning till omkr. 100° mjukna de, utan att egentligen smälta; samtidigt börja de sönderfalla i komponenterna CuJ och $HCO_2CH_2SC_2H_5$. Oxideras knappast i luften. Av kallt vatten angripes föreningen långsamt, vid upphettning avskiljes kopparjodur. Aceton, alkohol och eter sönderdela nästan ögonblickligt redan vid rumstemperatur. Benzol angriper långsamt vid vanlig temperatur, hastigt vid uppvärmning.

Någon annan förening mellan kopparjodur och etyltioglykolsyra än den nu beskrivna har jag ej lyckats framställa, trots mångfaldig variation av försöksbetingelserna.

---

[1]) Journ. russ. phys.-chem. Ges. *38*, 293. — Förf. har ej haft tillgång till originalet, utan citerar efter Chem. Centralbl. 1906, II, 750.

V.

Förening med kopparrodanur.

$(CuSCN, C_2H_5SCH_2COOH)_x$.

Kopparrodanur löses ej märkbart i etyltioglykolsyra varken vid rumstemperatur eller vid upphettning. Emellertid förenar den sig direkt, fastän långsamt, med syran. Om man vill erhålla föreningen i fråga i möjligast rent och väl kristalliserat tillstånd, måste följande framställningsmetod användas: 0.2 gr. kopparklorur löses under upphettning i 10 gr. etyltioglykolsyra, samtidigt löses 0.2 gr. pulveriserat rodankalium under lindrig uppvärmning i 5 gr. etyltioglykolsyra; lösningarna blandas, innan de ännu hunnit fullständigt svalna. Nästan omedelbart efter blandningen börjar kristallisation. Efter ett dygn avsugas kristallerna och tvättas med litet etyltioglykolsyra; därpå nedbringas de i en liten skål och behandlas med en blandning av lika volymer vatten och etyltioglykolsyra för att utlösa eventuelt befintligt klorkalium, varefter de ånyo avsugas. Processen upprepas om nödigt, tills produkten visar sig klorfri. Därefter prässas kristallmjölet mellan filtrerpapper och torkas i vakuumexsiccator över kali. Utbyte 0.25 gr.

Analyser:

1. 0.2028 gr. substans lämnade 0,3876 gr. $BaSO_4$ och 0.0528 gr. Cu.
2. Kvävebest. enl. KJELDAHL. 0.1582 gr. substans: 6.12 ccm. 0.1053-n HCl.

	Ber. för $CuSCN, C_2H_5SCH_2CO_2H = 241.8$	Funnet
Cu	26.30 %	26.08 %
S	26.52 »	26.25 »
N	5.80 »	5.89 »

Sammansättningen svarar alltså mot formeln $CuSCN, C_2H_5SCH_2CO_2H$. Då föreningen är så gott som olöslig i etyltioglykolsyra och sönderdelas av andra vätskor, har dess molekylvikt ej kunnat bestämmas. Emellertid får det väl anses högst sannolikt att, liksom vid den analogt sammansatta jodiden, molekylen är större än nyss anförda formel anger.

Föreningen bildar små, nästan mikroskopiska, färglösa, sneda tavlor, ofta tuvformigt hopgyttrade; stundom erhållas mera långsträckta prismer eller platta nålar. Den sönderdelas hastigt t. o. m. av kallt vatten. Vid upphettning avger den hastigt etyltioglykolsyra utan att smälta.

Trots åtskilliga försök har det ej lyckats att framställa någon annan förening av kopparrodanur och etyltioglykolsyra.

VI.

Kuprosulfit och etyltioglykolsyra.

Övergjutes kuprosulfit med vattenfri etyltioglykolsyra, utvecklas redan vid rumstemperatur svavelsyrlighet. Genom att låta reaktionen försiggå i kolsyreström i den å Fig. 1 (sid. 9) avbildade apparaten och absorbera den bortgående svavelsyrligheten i en med litet brom försatt sodalösning konstaterades, att kuprosulfitet avger hela sin svavelsyrlighetshalt. Någon förening mellan etyltioglykolsyra och kuprosulfit torde alltså ej kunna existera.

VII.

De i det föregående beskrivna föreningarna kunna indelas i tre grupper, såsom följande sammanställning visar:

Grupp I	Grupp II	Grupp III
$CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$	$Cu_2J_2, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$	$Cu_2Cl_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$
$CuBr, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$		$Cu_2Br_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$

Till gruppen II hör sannolikt även kopparrodanurens förening med etyltioglykolsyra, dock är detta ej fullt säkert, då ju dess molekylvikt ej kunnat bestämmas.

Det kan tydligen ej vara något tvivel om, att samtliga dessa föreningar böra uppfattas som kuprosulfinföreningar, d. v. s. att »bindningen» mellan etyltioglykolsyran och kopparatomen förmedlas av svavlet. Frågan om deras konstitution är alltså blott ett specialfall av problemet om metallsulfinföreningarnas byggnad i allmänhet, och då de ovan beskrivna föreningarna ej i och för sig synas erbjuda några nya synpunkter för diskussion av detta problem, skall jag inskränka mig till att visa, att de utan svårighet kunna formuleras i enlighet med den Wernerska teorien, vilken väl får anses som den åtminstone ur systematisk synpunkt mest tillfredsställande och bäst genomförda av alla hittills uppställda teorier för komplexa föreningar.

Kohlschütter och Brittlebank [1]) samt Rosenheim och Stadler, [2]) hava visat, att de jämförelsevis mycket beständiga och ganska grundligt undersökta föreningarna av kuprosalter med tiokarbamid och xantogenamid i allmänhet foga sig i det Wernerska systemet, under förutsättning att den envärda kopparatomens koordinationstal är 3, vilket även synes framgå ur Bodländers och Storbecks [3]) undersökningar. Vissa motsägelser, som framträda såväl vid några av de nyss anförda

[1]) Lieb. Ann. *349*, 232 (1906).

[2]) Zeitschr. f. anorg. Ch. *49*, 1 (1906).

[3]) Zeitschr. f. anorg. Ch. *31*, 1, 458 (1902).

föreningarna, som ännu mer vid åtskilliga andra grupper av komplexa kuprosalter, t. ex. vid de talrika kuprocyanföreningarna, äro möjligen endast skenbara, beroende på bristande kännedom om föreningarnas molekylvikter. Emellertid måste erkännas, att en fullständig systematisering av kupröföreningarna i enlighet med WERNERS teori erbjuder större svårigheter än ordnandet av de flesta andra metallers komplexsalter, i det att å ena sidan »koordinativt omättade» föreningar synas vara ganska vanliga, å andra sidan existensen av salter sådana som t. ex. $K_3Cu(CN)_4$ visar, att koordinationstalet kan överskrida värdet 3. En viss osäkerhet uppstår vidare därigenom, att skillnaden mellan »anlagrings-» och »inlagringsföreningar» vid kuprosalterna ofta synes vara föga utpräglad eller på grund av föreningarnas ringa beständighet i lösning svår att med säkerhet konstatera.

Utgående från koordinationstalet 3 skulle man vänta att såsom gränstyp för föreningar mellan kuprosalter och etyltioglykolsyra finna ämnen med sammansättningen $CuX, 3C_2H_5SCH_2CO_2H$ (X envärd anion). Det torde emellertid få anses som säkert, att föreningar av denna typ ej kunna isoleras, åtminstone ej då X är Cl, Br, J eller SCN, ty vissa av de använda framställningsmetoderna, nämligen de, vid vilka vattenfri etyltioglykolsyra använts som lösningsmedel, borde hava lett till denna typ, om den varit möjlig. Om det emellertid skulle visa sig möjligt att erhålla salter av gränstypen i de fall, då X är en syresyras anion, skulle detta vara en intressant illustration till ett av KOHLSCHÜTTER [1]) framlagt åskådningssätt.

Den högsta erhållna typen representeras av de ovan till grupp I sammanförda föreningarna, $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ och motsvarande bromid. Deras sammansättning svarar mot koordinationstalet 3, under förutsättning att halogenatomen fyller ett koordinationsrum samtidigt med att den mättar kuproatomens positiva valens (d. v. s. är »bunden i inre sfären»). Hos föreningar av denna typ bör enligt WERNER halogenen vara mindre lätt rörlig än hos föreningar av typen $(CuA_3)X$. Tyvärr har föreningarnas obeständighet stängt den enda säkra vägen att avgöra, huru härmed förhåller sig, nämligen mätning av halogenionernas koncentration i vattenlösningar av föreningarna i fråga. Emellertid bör påpekas, att föreningens $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ egenskap att vida hastigare än CuCl reagera med svavelsyra (se sid. 9) ej kan anföras som avgörande skäl mot att kloratomen i föreningen $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ lika väl som i CuCl är direkt bunden vid Cu. Det är ju i båda fallen fråga om en heterogen reaktion, och reaktionshastigheten bestämmes således i främsta rummet av den fasta fasens löslighet. Lika litet kan den snabbt förlöpande reaktionen mellan $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ och KSCN i etyltioglykolsyrelösning framdragas som bindande bevis mot att Cl är direkt bunden vid Cu; ty alldeles oavsett, att erfarenheten från andra håll visar, att man ej alltid har rätt att av stor omsättningshastighet sluta till mätbar ionisering, är det ju möjligt, ja t. o. m. sannolikt, att en lösning av $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ i etyltioglykolsyra även innehåller en större eller mindre mängd av föreningen $CuCl, 3C_2H_5SCH_2CO_2H$. F. ö. förorsakar ifråga-

[1]) Lieb. Ann. *349*, 252 (1906).

varande reaktion en djupgående förändring av komplexet, i det att reaktionsprodukten $(CuSCN, C_2H_5SCH_2CO_2H)_x$ tillhör en helt annan typ än den ursprungliga föreningen.

I de båda grupperna II och III (sid. 16) uppträder kopparn som dubbelatom Cu_2. Dennas elektrokemiska valens är naturligtvis + 2. Beträffande dess koordinationstal ligger det närmast till hands att antaga, att vardera av de båda kuproatomerna upptager ett koordinationsrum hos den andra, så att dubbelatomen får koordinationstalet 4. I själva värket står sammansättningen såväl hos föreningarna av typen $Cu_2X_2, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ (grupp II) som hos dem av typen $Cu_2X_2, C_2H_5SCH_2CO_2H, H_2O$ (grupp III) i full överensstämmelse med detta antagande, i det att de fyra koordinerade grupperna äro två anioner X (vilka tillika mätta dubbelatomens elektrokemiska valenser) och antingen två molekyler etyltioglykolsyra (i grupp II), eller en sådan molekyl och en vattenmolekyl (i grupp III). Även åtskilliga andra komplexa kuprosalters sammansättning anger 4 såsom dubbelatomens koordinationstal, så t. ex. $K[Cu_2(CN)_3, H_2O]$ [1]) och $H_4N[Cu_2(CN)_3, H_2O]$, under det att natriumsaltet $NaCu_2(CN)_3, 2H_2O$ och lithiumsaltet $LiCu_2(CN)_3, 3H_2O$ ej passa i detta schema, så vida man ej vill göra det långt ifrån osannolika antagandet, att en del av vattnet är koordinerat vid Na, resp. Li. Xantogenamidföreningens [2]) $CuCl, C_2H_5OCSNH_2$ molekylvikt synes ej vara bestämd, och det kan således f. n. ej avgöras, om den fogar sig i systemet. Ej heller känner man molekylvikten för tiokarbamidföreningen $CuCl, CS(NH_2)_2$, vilken emellertid vid omkristallisering ur utspädd saltsyra erhålles såsom hydratet $Cu_2Cl_2, 2CS(NH_2)_2, H_2O$, vilken formel ej låter inpassa sig i det här använda schemat.

Åtskilliga kuprosalter lösa sig mer eller mindre lätt i koncentrerade vattenlösningar av etyltioglykolsyrans salter. Tyvärr har det ännu ej lyckats att isolera några av de härvid bildade ämnena, vilka torde vara sammansatta såsom salter av de i det föregående beskrivna föreningarna. Man kan nämligen vänta, att t. ex. föreningen $CuCl, 2C_2H_5SCH_2CO_2H$ bör kunna förhålla sig som en- eller tvåbasisk syra, liksom additionsprodukterna av platohalogenider och etyltioglykolsyra [3]).

[1]) Grossmann och v. d. Forst, Z. f. anorg. Ch. *43*, 94 (1905).

[2]) Debus, Lieb. Ann. *82*, 262 (1852); Rosenheim och Stadler, Zeitschr. f. anorg. Ch. *49*, 6 (1906).

[3]) Ramberg, Z. f. anorg. Ch. *50*, 442 (1906).

(Tryckt den 15 juni 1908.)

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 4. Nr 3.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 19. Nr 3.

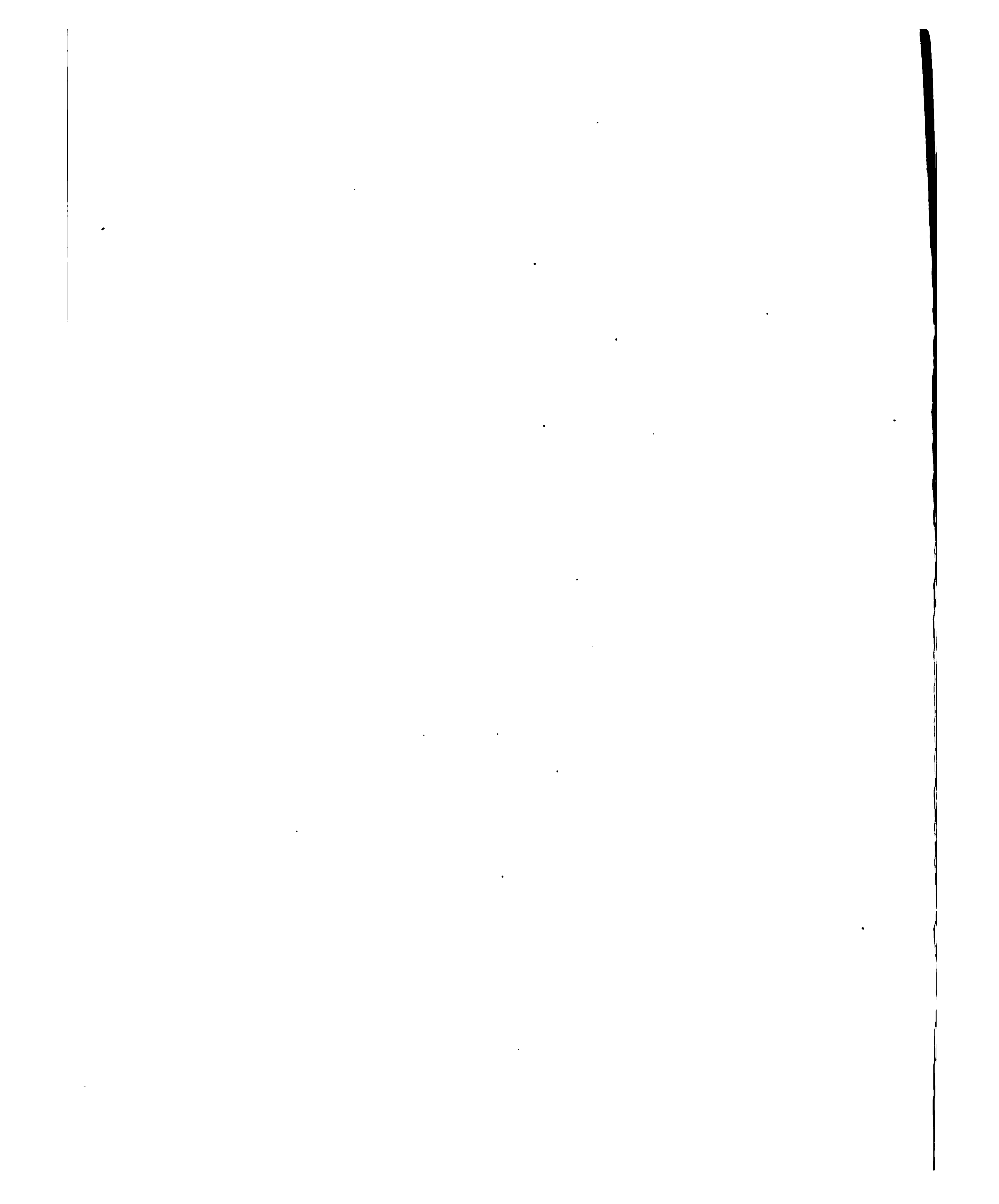
WEITERE BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER PSYCHROKLINIE

VON

BENGT LIDFORSS



LUND 1908
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI



Vor einigen Jahren machte ich an anderer Stelle eine ausführliche Mitteilung über eigentümliche Richtungsbewegungen, die bei gewissen Pflanzen durch niedere Temperatur hervorgerufen werden [1]. Es wurde gezeigt, dass eine erhebliche Anzahl skandinavischer (und norddeutscher) Pflanzen innerhalb gewisser Grenzen die Fähigkeit besitzen, je nach der Temperatur eine horizontale oder vertikale Wachstumsrichtung einzuschlagen. Insofern es sich um vegetative Sprosse handelt, beruht diese Veränderung der Wachstumsrichtung in allen näher untersuchten Fällen darauf, dass die Sprosse bei niederer Temperatur diageotropisch, bei höherer Temperatur dagegen negativ geotropisch reagiren. Ferner wurde gezeigt, dass der Uebergang von der Horizontallage zur Vertikalstellung bei allmählich steigender Temperatur nicht mit einem Schlage geschieht, sondern continuirlich, so dass innerhalb gewisser Grenzen jedem Temperaturgrade eine bestimmte Lage des Sprosses entspricht. Die betreffenden Pflanzen können demgemäss als eine Art natürliche Termometer betrachtet werden.

Ausser der geotropischen Umstimmung findet bei niederer Temperatur auch eine andere Veränderung statt, indem die vorher physiologisch radiären Sprosse mehr oder weniger epinastisch werden. Für das Zustandekommen dieser Epinastie ist indessen, ausser der niedrigen Temperatur, auch das Licht eine notwendige Bedingung; denn im Dunkeln werden die Sprosse auch bei Graden wenig über Null negativ geotropisch, wobei auch die Epinastie erlischt. Andererseits bewirkt diese Epinastie, dass belichtete Sprosse bei Temperaturen dicht am Nullpunkt schräg abwärts wachsen, offenbar weil der bei so niedriger Temperatur stark geschwächte Geotropismus der Epinastie einen nur geringen oder gar keinen Widerstand zu leisten vermag.

Als Pflanzen, welche sich in der jetzt geschilderten Weise verhalten, wurden in meiner Arbeit folgende erwähnt: *Holosteum umbellatum*, *Cerastium semidecandrum* u. *C. pumilum*, *Stellaria media, Lamium purpureum* und *L. amplexicaule*, *Veronica hederæfolia, Ver. Chamædrys*, *Senecio vulgaris*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Linaria vulgaris, Alyssum calycinum* u. A. Schon drei Jahre bevor ich meine erste Mitteilung

[1] LIDFORSS, Ueber den Geotropismus einiger Frühjahrspflanzen, Jahrb. f. wiss. Botanik XXVIII, S. 343. Eine vorläufige Mitteilung in »Botaniska notiser« 1901 p. 1.

über diese Verhältnisse veröffentlichte, hatte indessen Vöchting [1]) bei den Laubsprossen gewisser krautiger Pflanzen ähnliche, durch Temperaturschwankungen hervorgerufene Erscheinungen konstatirt, die nach ihm auf einer besonderen Eigenschaft, für die er den Namen Psychroklinie vorschlägt, beruhen soll. Die eigentümlichen Bewegungen der Blütenstiele von *Anemone stellata*, das Kriechen mancher Alpenpflanzen und vielleicht auch das Anschmiegen der Blätter gewisser krautiger Pflanzen an den Boden im Spätherbst, sind Erscheinungen, die nach Vöchting auf derselben Eigenschaft, der Psychroklinie, beruhen.

Durch Klinostatenversuche konnte ich indessen zeigen, dass die bei den Blütenstielen der *Anemone*-Arten vom Temperaturwechsel ausgelösten Bewegungen mit den Bewegungen der Laubsprosse physiologisch ungleichwertig sind; denn während bei diesen der Geotropismus resp. der geotropische Stimmungswechsel die Hauptrolle spielt, sind die Blütenstiele der *Anemone*-Arten, auch wenn sie am Klinostaten gedreht werden, im Stande die betreffenden Bewegungen in ihrem ganzen Verlaufe auszuführen. Die von Vöchting eingeführte Bezeichnung Psychroklinie eignet sich demgemäss wohl als biologische Sammelrubrik, schwerlich aber als physiologischer Terminus.

In den fünf Jahren, die seit der Veröffentlichung meiner ausführlichen Arbeit verstrichen sind, habe ich nun einige Beobachtungen gemacht, welche geeignet sind, meine frühere Angaben nach gewissen Richtungen hin zu vervollständigen. Teils habe ich einige neue Fälle von sehr schön ausgebildeter Psychroklinie zu verzeichnen, teils hat eine erneute Untersuchung der Bewegungen der Blütenstiele von *Anemone* ergeben, dass die Verhältnisse hier etwas komplicirter sind als die Klinostatenversuche beim ersten Blick an den Tag legen. Ausserdem schien es mir erwünscht, die anatomischen Verhältnisse der psychroklinischen Organe, sofern sie zur Statolitenteorie in Beziehung stehen, etwas näher zu untersuchen, und zwar besonders mit Rücksicht auf einige von Haberlandt [2]) gemachten Auseinandersetzungen.

Schliesslich habe ich noch einen besonderen Grund, die einschlägigen Verhältnisse vom Neuen zu erörtern. In der zweiten Auflage seiner ausgezeichneten »Vorlesungen» hat nämlich Jost [3]) das aus der ersten Auflage herübergenommene Referat meiner betreffenden Arbeit mit einer Fussnote folgenden Inhalts ergänzt: »Nach den Erfahrungen Haberlandts (1903) soll tiefe Temperatur den Geotropismus ganz aufheben. Weitere Studien müssen zeigen, ob etwa auch bei den Versuchen Vöchtings und Lidforss die Sprosse ageotropisch waren». Ich glaube, wenn Jost meine ausführliche Arbeit (von 1902) einer nochmaligen Lektüre unterziehen will, so wird er selbst zugeben, dass ich dort den Beweis, dass das Annehmen der

---

[1]) Vöchting, Ueber den Einfluss niederer Temperatur auf die Sprossrichtung, Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Jahrg. 16 (1898) p. 37.

[2]) Haberlandt, Zur Statholitentheorie des Geotropismus, Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. XXXVIII S. 447; Vgl. besonders S. 481—483.

[3]) Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2 Aufl. (1908) S. 536.

Horizontallage bei niedriger Temperatur auf Transversalgeotropismus beruht, wirklich geliefert habe; trotzdem werde ich, bevor ich zur Mitteilung meiner neuen Befunde übergehe, diesen Punkt völlig klarzustellen versuchen.

Der Transversalgeotropismus bei Lamium purpureum, Holosteum umbellatum u. s. w. Ageotropisch-epinastische Sprosse.

Der Verdacht, dass die von Vöchting und mir untersuchten Pflanzen bei niedriger Temperatur nicht transversalgeotropisch, sondern ageotropisch wären, ist zuerst von Haberlandt ausgesprochen, ist aber bei ihm, so viel ich sehen kann, eigentlich durch eine Äusserung von Jost wachgerufen worden. Mit Rücksicht auf den Beweiskraft der von Haberlandt mit durch Kälte entstärkten *Linum*-sprossen gemachten Versuche hob Jost [1]) hervor, dass es sich vielleicht in diesem Falle, ähnlich wie bei den psychroklinen Pflanzen, um einen geotropischen Stimmungswechsel handele; wenn dies der Fall wäre, so hätten offenbar die *Kälteversuche* Haberlandts einen guten Teil ihrer Beweiskraft eingebüsst. Demgegenüber betont nun Haberlandt, dass in seinen Versuchen die *Linum*sprosse wirklich ageotropisch waren, und er wirft in demselben Zusammenhange die Frage auf, ob nicht vielleicht dies auch bei den von mir untersuchten Pflanzen der Fall war [2]). Irgend welche Tatsachen, die gegen den von mir behaupteten Transversalgeotropismus sprächen, führt Haberlandt nicht an, dagegen meint er dass »Lidforss den stricten Beweis, dass das Annehmen der Horizontallage bei niedriger Temperatur auf Transversal-Geotropismus beruhe, schuldig geblieben ist», und zwar deshalb, weil ich unterlassen habe, »aufrecht wachsende Pflanzen bei der Rotation am Klinostaten einer niedrigen Temperatur auszusetzen». Dieser Einwand Haberlandt's war damals von seinem Standpunkte formell berechtigt, denn in meiner vorläufigen, schwedisch geschriebenen Mitteilung, welche Haberlandt übrigens nur durch das Referat des Botan. Centralblattes zugänglich war, ist kein derartiger Klinostatenversuch erwähnt. Allein in demselben Hefte der Jahrb. f. wiss. Bot., wo die betreffende Arbeit Haberlandts publicirt wurde, findet sich auch meine ausführliche Abhandlung [3]) »Über den Geotropismus einiger Frühjahrspflanzen», und an der Tafel VI eine Fig. III, von der es in der Figuren-Erklärung heisst: »*Lamium purpureum*, bei höherer Temperatur erwachsene Pflanze mit ortotropen aufrechten Zweigen nach dreitägigen Rotation auf dem Klinostaten im Freien bei niedriger Temperatur». Wenn nun aber Haberlandt geltend machen will, dass der Transversalgeotropismus nur für den

[1]) Vgl. Bot. Zeit. 1902, Abt. II S. 257. Wenn Jost an dieser Stelle meint, Vöchting habe »gezeigt, dass gewisse Sprosse mit der Temperatur ihre geotropische Reaction ändern», so ist dies nicht ganz richtig, denn in der Vöchtingschen Abhandlung ist von einer Beteiligung des Geotropismus an den betreffenden Bewegungen gar nicht die Rede.

[2]) Zur Statholitentheorie S. 482.

[3]) Diese Arbeit war also Haberlandt *nicht* zugänglich, als er den oben citirten Satz niederschrieb.

Fall bewiesen wäre, dass »auch bei diesem Versuche jede Krümmung unterbleiben würde», so kann ich ihm in diesem Punkte nicht mehr zustimmen. Tatsächlich treten nämlich, wie auch die Figur zeigt, in diesem Falle schön bogenförmige Krümmungen auf, allein diese sind epinastischer Natur, und auch in ihrem ganzen Verlaufe bestimmt verschieden von denjenigen Krümmungsbewegen, wodurch eine aufrechte, ortotrope *Lamium*pflanze bei sinkender Temperatur die Horizontallage erreicht. Man braucht ja in dieser Hinsicht nur die Figg. I, II und III Taf. VI meiner citirten Abhandlung zu vergleichen, um über den fundamentalen Unterschied zwischen den bei niederer Temperatur rotirten und den unter gleichen Umständen der Schwerkraft ausgesetzten Pflanzen ins reine zu kommen.

Selbstverständlich liegt es mir fern behaupten zu wollen, dass nicht auch die von mir untersuchten Pflanzen bei Temperaturen um den Nullpunkt ihre geotropische Reaktionsfähigkeit einbüssen; in meiner ausführlichen Arbeit habe ich auch ausdrücklich darauf hingewiesen [1], dass wenn die vorher horizontal wachsenden Holosteumzweige bei Temperaturen dicht am Nullpunkt schräg abwärts wachsen, dies vielleicht darauf beruhe, dass der Geotropismus stark abgeschwächt wird und die Epinastie allein zur Geltung kommt. Ich werde im folgenden auf einige ähnliche Fälle etwas zurückkommen, möchte aber jetzt diejenigen Grundtatsachen hervorheben, welche meiner Ansicht nach beweisen, dass die Horizontallage, welche die *Lamium-*, *Holosteum*sprosse u. s. w. im Frühling einnehmen, wirklich auf Transversalgeotropismus beruht.

1) Die bei niederer Temperatur plagiotropen Sprosse können in der Horizontallage verharren bei Temperaturen, die hoch genug sind, um der Pflanze ihren ganzen Lebenszyklus bis zur Samenreife durchlaufen zu lassen. In diesem Frühling (1908), der bei uns ziemlich kalt gewesen ist, hat *Holosteum* als horizontal kriechende Pflanze reife Samen hervorgebracht, und *Lamium purpureum*, *L. amplexicaule*, *Veronica hederæfolia* u. s. w. haben als plagiotrope Pflanzen mehrere Wochen geblüht. Dass die Pflanzen unter diesen Umständen ageotropisch sein sollten, erscheint von vornherein sehr unwahrscheinlich.

2) Werden plagiotrope Pflanzen bei niedriger Temperatur verdunkelt, so tritt der Geotropismus sofort zu Tage, indem die Sprosse, offenbar infolge einer durch den Beleuchtungswechsel hervorgerufenen Umstimmung, sich negativ geotropisch erheben. Ich habe diesen Versuch öfters ausgeführt, und besonders darauf geachtet, dass die Temperatur in der Dunkelkammer nicht etwa durch Wärmestrahlung von aussen erhöht wurde; aber immer stellte es sich heraus dass die Sprosse sich erhoben, auch wenn sie niemals einer Temperatur über + 6° C ausgesetzt wurden.

3) Werden die vorher horizontal wachsenden Sprosse vertikal aufwärts oder abwärts gerichtet, so kehren sie immer in die Horizontallage zurück, falls die Temperatur inzwischen auf einem niedrigen Niveau gehalten wird. Allerdings führen die desorientirten Sprosse zuerst immer epinastische Krümmungen aus, so

[1] l. c. p. 356.

die frühere Unterseite konkav wird; diese Krümmungen werden aber später teilweise ausgeglichen, und nach einigen Tagen, unter Umständen vielleicht erst nach einer Woche, haben sämmtliche Sprosse die horizontale Wachstumsrichtung eingeschlagen. Dass diese Orientirungsbewegungen ziemlich langsam ihr Zeil erreichen, darf kein Wunder nehmen, da das Wachstum bei diesen niedrigen Graden recht langsam von statten geht und ausserdem transversalgeotropische Pflanzenteile im allgemeinen langsamer reagiren als parallelotrope Organe; auch im Sommer brauchen z. B. die verdunkelten, durch negativen Geotropismus aufgerichteten Sprosse von *Lysimachia Nummularia* gewöhnlich mehrere Tage, um die im Lichte normale Horizontallage zu erreichen.

4) Macht man mit einem horizontal wachsenden *Lamium*sprosse bei niedriger Temperatur den DE VRIES'schen Flankenstellungsversuch, d. h. dreht man den Spross um 90°, so erfolgt immer eine starke seitliche Krümmung, wobei die Unterseite konkav wird. Dass diese Krümmung unter normalen Umständen unterbleibt, und zwar auch dann, wenn die Pflanze im Topf kultivirt wird, so dass die horizontalen Sprosse freien Spielraum haben, beruht offenbar darauf, dass die Epinastie normalerweise durch den Geotropismus überwunden wird.

5) Schliesslich mag hervorgehoben werden, dass bei den horizontal wachsenden Sprossen im Frühling immer ein wohl ausgebildeter Statolitenapparat vorhanden ist. Ich komme auf diese Verhältnisse in einem späteren Abschnitt zurück.

Die jetzt angeführten Tatsachen beweisen meiner Ansicht nach unwiderleglich, dass die psychroklinisch reagirenden Sprosse im Spätherbst und im Frühling wirklich transversalgeotropisch sind. Dass sie im Winter, wenn die Temperatur unter Null sinkt, ihre geotropische Reaktionsfähigkeit verlieren, ist ja ziemlich klar, und wie ich schon hervorgehoben, giebt es zweifelsohne eine Temperatur dicht am Nullpunkt, wo der Geotropismus wenigstens sehr stark geschwächt ist, während noch epinastisches Wachstum stattfindet.

Ebenso bezweifle ich gar nicht, dass die von HABERLANDT vorwiegend benutzten *Linum*-Sprosse, die nach seinen Angaben im Winter »die verschiedensten Winkel mit der Horizontalen einschlossen» [1]), zu dieser Zeit völlig ageotropisch waren. Analoge Beobachtungen habe ich im zeitigen Frühjahr bei manchen krautigen Pflanzen gemacht, die später normalerweise negativ geotropisch werden; gewöhnlich sind dann solche Sprosse bei niedriger Temperatur epinastisch, was bei den HABERLANDT'schen *Linum*sprossen anscheinend nicht der Fall war. Sehr schön ausgebildet fand ich solche ageotropisch-epinastische Sprosse bei verschiedenen überwinterten Exemplaren einer Rasse von *Capsella-Bursa Pastoris;* Ende März—Anfang April waren die ziemlich langen, blühreifen Sprosse infolge der Epinastie bogenförmig-halbkreisförmig gekrümmt, ganz in derselben Weise wie die oben erwähnten, am Klinostaten bei niederer Temperatur rotirten *Lamium*sprosse.

---

[1]) l. c. S. 474.

Ebenso sind die jungen Sprosse von ***Pulmonaria officinalis*** und ***P. angustifolia*** bei sehr kaltem Wetter allem Anscheine nach ageotropisch-epinastisch; das nämliche dürfte auch von manchen anderen krautartigen Pflanzen (***Melandrium silvestre*** u. A.) gelten, die im zeitigen Frühjahr ihre Sprosse hervortreiben. Doch giebt es auch zahlreiche Frühjahrspflanzen, deren Stengel schon vom Anfang an negativ geotropisch aufwärts wachsen, und deren Geotropismus, insofern es sich um die vegetativen Sprosse handelt, durch Temperaturschwankungen ***nicht*** alterirt wird (***Anemone nemorosa***, *Corydalis solida* u. s. w.).

Einige neue Fälle von Psychroklinie.

Viola tricolor var. arvensis.

(Taf. 1. Figg. 1, 2, 3.)

Mit Rücksicht auf die Psychroklinie und auch in ihrem sonstigen biologischen Verhalten stimmt diese Pflanze ziemlich gut mit ***Lamium purpureum*** überein. Manche Samen keimen schon im Herbst, und im Vorfrühling findet man unter den überwinterten Pflanzen alle Uebergänge zwischen ganz jungen Keimpflanzen bis zu völlig blühreifen Individuen. Letztere bestehen aus horizontal kriechenden, von einem Centrum radiär ausstrahlenden Zweigen, die Ende März oft eine Länge von 15—20 centimeter erreichen und an den jüngeren Teilen Blütenknospen tragen. Die Blätter sind durch Tersionen der Blattstiele sämmtlich mit den Spreiten horizontal orientirt.

Die Sprosse nehmen nun je nach der Temperatur eine ganz verschiedene Neigung zur Horizontalen. Wenn die Schattentemperatur sich am Tage etwa zwischen + 5° und + 12° hält, so wachsen die *Viola*sprosse ganz wagerecht, also diageotropisch; auch die Blütenstiele nehmen dann eine genau horizontale Richtung, nur der oberste Teil bleibt wie sonst immer, abwärts gerichtet, bildet aber dann einen fast rechten Winkel mit dem unteren Teile des Stieles, anstatt eines spitzen wie sonst, wenn der Hauptteil des Stiels aufrecht ist.

Wenn die Temperatur dauernd unter + 5° heruntergeht, macht sich die Epinastie, welche sich auch bei etwas höherer Temperatur durch den de Vries'schen Flankenversuch nachweisen lässt, sehr energisch geltend, so dass bei Topfkulturen Abwärtskrümmungen, wie sie in der Fig. 2, Taf. 1 ersichtlich sind, zustande kommen. Auf freiem Felde werden die Sprosse durch diese Krümmungsbewegungen den Boden sehr stark angepresst, was bei kaltem Wetter natürlich vom bestimmten Vorteil ist.

Werden die plagiotropen Pflanzen in ein warmes Gewächshaus eingeführt, so erheben sich die Zweige ziemlich rasch, indem sie negativ geotropisch werden

unter gleichzeitigem Schwinden der Epinastie. *Viola tricolor var. arvensis* stimmt also in allen wesentlichen Punkten mit *Lamium purpureum* überein, doch reagirt sie nicht ganz so schnell und prompt wie diese Pflanze.

Auch in anatomischer Beziehung zeigt *Viola tricolor arvensis* das Charakteristikum der psychroklinisch reagirenden Pflanzen, indem die plagiotropen Stengel ausser der Gefässe keine verholtzten Elemente besitzten, was offenbar mit der ungewöhnlich lange persistirenden Krümmungsfähigkeit dieser Sprosse zusammenhängt.

Von anderen mir bekannten *Viola*-Arten zeigt eine im hiesigen botanischen Garten unter dem Namen *V. cornuta* kultivirte Art ein ganz analoges Verhalten gegenüber der Temperatur.

Corydalis pumila und **C. fabacea.**

(Taf. II und Taf. III Fig. 1—4.)

Diese niedlichen Frühjahrspflanzen bilden einen Typus, der in mehreren Beziehungen von dem soeben geschilderten abweicht, der aber gewissermassen einen Uebergang zum *Anemone*-Typus darstellt.

Die *Corydalis*-Arten gehören bekanntlich zu den geophilen Pflanzen, die entweder durch Wurzelknollen *(C. pumila* und *C. fabacea)* oder durch Stamknollen *(C. cava)* überwintern. Die nachstehende Schilderung gilt zunächst nur die beiden erstgenannten Arten. Im zeitigen Frühjahr, oft schon Ende März, werden die jungen Sprosse sichtbar als braunrote, von einem Niederblatte umschlossene, patronenförmige Gebilde. Aus dem Niederblatte bricht bald ein Stengel hervor, der zwei Laubblätter und eine einfache Blütentraube trägt. Bei dem zu dieser Jahreszeit meistens kalten Wetter wächst der junge Spross dem Boden dicht angeschmiegt; da er aber anfangs oft einen etwas bogenförmigen Verlauf hat, so dass zuerst nur die Blütentraube den Boden berührt, so entsteht später durch nachträgliches Wachstum und erneutes Anpressen an den Boden eine Torsion im oberen Teil des Stengels, durch welche die Blütentraube seitlich an die Erde gedrückt wird, die aber rein passiver Natur ist, und sich sofort in eine Abwärtskrümmung verwandelt, wenn man die Pflanze aus dem Boden herausholt. Auch die Blattstiele liegen ganz stramm dem Boden angepresst, ebenso die Blätter, deren Blättchen aber bei niedriger Temperatur durch *Hyponastie* der Stiele gegen einander zusammengeneigt sind und durch hyponastisches Wachstum der Spreiten mehr oder weniger zusammengerollt. Figg. 1 u. 2, Tafel II sowie Fig. 3 Taf. III stellen solche bei niedriger Temperatur erwachsene Individuen von *Corydalis pumila* dar.

Wird nun eine solche plagiotrope, dem Boden angedrückte Pflanze in ein warmes Gewächshaus überführt, so tritt rasch eine Aufwärtskrümmung und Geradestreckung der Sprosse ein. Bei etwa zwanzig Grad, und bei genügender Luftfeuchtigkeit geht die Krümmung so schnell von statten, dass die anfangs plagiotrope

Pflanze schon in vier Stunden zu einem aufrechtwachsenden ortotropen Gewächs verwandelt wird; Fig. 3 Taf. II zeigt die Veränderung, welche das in Fig. 1 Taf. II abgebildete bei — allerdings etwas längerem — Aufenthalt bei 20° C. erfahren hat. Gleichzeitig mit der Aufrichtung der Sprosse wird die Hyponastie der Blätter ausgeglichen, und die voll ausgebreiteten Spreiten zeigen sich jetzt ausgeprägt euphotometrisch. — Lässt man eine Pflanze sich vom Anfang an bei höherer Temperatur entwickeln, so wird das plagiotrope Stadium völlig übersprungen, und die Pflanze entwickelt sich ohne weiteres als eine aufrechte ortotrope Pflanze mit negativ geotropischem Stengel.

Lässt man eine bei niedriger Temperatur erwachsene plagiotrope Pflanze in der Wärme auf dem Klinostaten rotiren, so fallen die Versuche je nach dem Alter der Pflanzen etwas verschieden aus. Recht junge Pflanzen strecken sich unter solchen Umständen nicht selten ganz gerade, was offenbar darauf beruht dass die Hauptachse bei höherer Temperatur orto-autotrop ist und ihrer ganzen Länge nach vom Orto-autotropismus beherrscht wird. Bei etwas älteren Pflanzen, deren Stengel aber sonst in ihrer ganzen Länge die geotropische Krümmungsfähigkeit erhalten haben, werden die bei niedriger Temperatur eingetretenen Krümmungen auf dem Klinostaten bei 20° C. bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen, aber eine Emporhebung resp. völlige Geradestreckung der Sprosse, wie sie bei geotropischer Einwirkung erzielt wird, kommt nicht zu stande; Fig. 4 Taf. II zeigt bis zu welchem Grade die in Fig. 2 Taf. II abgebildete Pflanze unter solchen Umständen die vorhandenen Krümmungen beseitigt hat.

Lässt man umgekehrt bei höherer Temperatur erwachsene resp. durch höhere Temperatur ortotrop gewordene Pflanzen auf dem Klinostaten bei niedriger Temperatur rotiren, so stellen sich bald sehr auffällige Krümmungen ein, die aber mit dem durch niedrige Temperatur normal hervorgerufenen Krümmungsbewegungen nur teilweise identisch sind. Vergleicht man nämlich die auf dem Klinostaten in der Kälte stattfindenden Krümmungen mit denjenigen, die von einer unter gleichen Umständen, aber dem Geotropismus ausgesetzten Pflanze ausgeführt werden, so ergiebt sich, vorausgesetzt dass die Temperatur nicht allzu niedrig ist, ein bestimmter Unterschied, welcher in quantitativer Hinsicht meistens recht geringfügig ist, aber doch principielle Bedeutung besitzt. Allerdings führen die vorher aufrechten Sprosse auch auf dem Klinostaten meistens so energische Krümmungen aus, dass die Spitze der Blütentraube schliesslich den Erdboden im Topfe berührt, allein erstens tritt gegenüber den frei aufgestellten Pflanzen eine merkbare Verzögerung des Krümmungsverlaufes ein, und zweitens bleibt der untere Teil der Hauptachse gerade oder zeigt nur eine ganz unerhebliche Krümmung. Bei ortotropen Pflanzen, die bei niedriger Temperatur der Schwerkraft in normaler Weise ausgesetzt werden, krümmt sich der Stengel schon unmittelbar oberhalb der Erde horizontal, und der ganze Krümmungsprocess geht merkbar schneller von statten.

Werden *Corydalis*-pflanzen bei einer Temperatur kultivirt, die zwischen den jetzt besprochenen Extremen etwa die Mitte hält, so nehmen die Sprosse eine schräg

aufwärts gerichtete Stellung ein; so orientirte Pflanzen sieht man oft im Freien im Spätfrühling oder auch zeitiger, wenn das Wetter ungewöhnlich warm ist. Schwankt die Temperatur etwa zwischen $+5 - +13^0$ C., so nehmen die Sprosse eine genau horizontale Stellung ein, wie aus der Fig. 1 Taf. III ersichtlich ist.

An besonders schattigen Stellen, wie sie in Wäldern mit Gebüsch öfters vorhanden sind, fallen die *Corydalis*-pflanzen nicht selten durch ihren fast aufrechten Wuchs auf, während sie gleichzeitig an anderen, der Sonne exponirten Lokalitäten dem Erdboden dicht angepresst sind. Es beruht dies offenbar darauf, dass der geringere Lichtgenuss die geotropische Stimmung beeinflusst, wobei auch die Epinastie mitbetroffen wird. Verdunkelt man nämlich *Corydalis*pflanzen, die sonst bei niedriger Temperatur gehalten werden, so richten sie sich negativ geotropisch in die Höhe, und die Epinastie verschwindet; bei gewissen, nicht allzu niedrigen Temperaturen genügt offenbar eine Verminderung der Lichtintensität um den gleichen Effekt hervorzubringen [1]).

Aus den jetzt referirten Befunden lässt sich folgendes mit Rücksicht auf das geotropische Verhalten der *Corydalis*-Sprosse erschliessen. Bei ganz niedriger Temperatur dominirt die Epinastie, und der Geotropismus tritt, wenn er überhaupt vorhanden ist, ziemlich in den Hintergrund; die Sprosse sind in diesem Stadium halbkreis-sichelförmig gekrümmt, die stark hyponastischen Blätter zeigen keine Orientirung zum Lichteinfall. Bei etwas höherer Temperatur wachsen die Sprosse völlig horizontal, offenbar auf Grund ihrer Diageotropismus, und die Blätter orientiren sich euphotometrisch gegen den Lichteinfall; die Epinastie ist jetzt erheblich schwächer. Steigt die Temperatur noch um ein Paar Grad, so werden die Sprosse klinotrop, mehr oder weniger schräg aufwärtsgerichtet, und bei Temperaturen über 15^0 C. verhält sich die *Corydalis* durchaus wie eine ortotrope Pflanze mit negativ geotropischer Hauptachse.

Der jetzt geschilderte *Corydalis*typus unterscheidet sich vom *Holosteum*- und *Lamium*typus vor Allem durch die viel grössere Rolle, welche die Epinastie im normalen Leben der Pflanze spielt.

Es muss aber betont werden, dass keineswegs alle bei uns wildwachsenden *Corydalis*-Arten sich wie *C. pumila* und *C. fabacea* verhalten. Allerdings zeigt *Corydalis cava* eine unverkennbare Psychroklinie, aber diese äussert sich — bei blühenden Pflanzen wenigstens — eigentlich nur darin, dass die Hauptachse bei niedriger Temperatur dicht oberhalb der Erde eine ziemlich steile Krümmung macht, so dass der ganze Spross mit der Blütentraube eine annähernd horizontale Lage einnimmt. Ob diese Krümmung epinastischer oder geotropischer Natur ist oder vielleicht durch Zusammenwirken von beiden Krümmungstendenzen zu stande kommt, konnte ich

[1]) Ganz analoge Beobachtungen habe ich u. A. für *Lamium purpureum* und *Veronica hederæfolia* gemacht: an schattigen Stellen im hiesigen botanischen Garten, besonders unter Taxusbäumchen wachsen diese Pflanzen fast ganz aufrecht zur selben Zeit wo die der Sonne exponirten Individuen sich dem Boden anschmiegen.

bisjetzt nicht ermitteln, weil die *C. cava* sehr empfindlich, und nur sehr kurze Zeit zu haben ist [1]).

Bemerkenswert ist schliesslich, dass *C. solida*, die wohl mit *C. pumila* ziemlich verwandt ist und in Schweden spontan oder wenigstens subspontan vorkommt, nach meinen Erfahrungen fast keine Psychroklinie zeigt. Die Sprosse wachsen auch bei niedriger Temperatur negativ geotropisch aufwärts oder höchstens phototropisch-schräg.

Andere Fälle von Psychroklinie.

An dieser Stelle werden einige Pflanzen aufgeführt, welche eine unverkennbare Psychroklinie aufzeigen, aber bisjetzt nicht näher untersucht wurden.

Anthemis arvensis. Unter den *Compositen* habe ich schon bei anderer Gelegenheit *Chrysanthemum Leucanthemum* und *Antennaria dioica* als psychroklinische Pflanzen namhaft gemacht. Von der erstgenannten Art existiren indessen mehrere verschiedene Rassen, die nicht nur durch Behaarung, Blattform u. s. w., sondern auch durch die Wachstumsrichtung der Frühjahrssprosse unter einander abweichen; einige Rassen zeigen im Frühling ausgeprägte Psychroklinie, indem die Sprosse bei niedriger Temperatur horizontal wachsen, andere Rassen wachsen dagegen auch bei kühler Witterung vom Anfang an gerade aufwärts. *Anthemis arvensis* stimmt, soweit meine Beobachtungen reichen, sehr nahe mit den psychroklinischen *Chrysanthemum*-Rassen überein. Der Hauptspross bleibt im Wachstum zurück, allein die Seitensprosse wachsen heran, und strahlen im Frühjahr radiär und horizontal vom Centrum aus, wie die Fig. 5 Taf. III zeigt. Bleibt das Wetter im Frühling kühl, wie es heuer (1908) gewesen ist, so können die fortwährend genau horizontal gerichteten Sprosse eine Länge von 15—20 cm. erreichen und Blütenknospen hervorbringen; allem Anscheine nach würde die *Anthemis arvensis* ihren ganzen Lebenscyklus als plagiotrope horizontal wachsende Pflanze durchmachen können. Wenn die Temperatur sich dem Nullpunkt nähert, dann krümmen sich die Sprosse unter die Horizontale, bei höherer Temperatur erheben sie sich über die Horizontale, können aber, falls das Wetter nicht zu warm wird, wochenlang in klinotroper Lage verharren. Bei 20° C. tritt aber rein negativer Geotropismus ein. Die Krümmungsfähigkeit wird in den Frühjahrssprossen auffallend lange erhalten.

Linaria paradoxa. Im botanischen Garten zu Lund wird unter dem Namen *Linaria paradoxa* eine *Linaria*-Art kultivirt, die offenbar psychroklinische Eigenschaften besitzt. Die Pflanze ist ein wintergrünes Kraut, dessen Sprosse im Winter und Frühjahr dem Erdboden dicht angepresst sind, die sich aber sofort erheben, wenn die Pflanze in ein warmes Zimmer gebracht wird. Die Versuche, welche ich

[1]) Auch *C. fabacea* u. *C. pumila* sind bekanntlich sehr kurzlebig, aber lassen sich doch schon Mitte März recht gut treiben.

mit dieser Pflanze anstellen wollte, wurden dadurch vereitelt, dass meine im botanischen Garten ausgestellten Topfkulturen weggestohlen wurden.

Plantago media. Die langen Blütenschafte dieser Pflanze liegen bei niedriger Temperatur fast horizontal, dabei nicht selten schlangenähnlich gekrümmt, bei höherer Temperatur erheben sie sich sofort negativ geotropisch.

Myosotis arvensis. Diese Art, welche offenbar den *plantæ annuæ hiemantes* ASCHERSCHONS anzureihen ist, zeigt ausgeprägte Psychroklinie; stimmt anscheinend am nächsten mit *Anthemis arvensis* überein.

Alchemilla vulgaris. Unter den Elementar-Arten dieser Sippe giebt es mehrere, welche psychroklinisch reagiren, so dass die Sprosse bei kaltem Wetter noch Mitte Mai ganz horizontal wachsen; bei etwas höherer Temperatur werden die Sprosse klinotrop, eine Lage, die sie im Freien oft lebenslänglich behalten, bei 20° C. wachsen sie aber völlig aufrecht.

Euphorbia Esula und verwandte Arten. Ende April — Anfang Mai zeigen die jungen Sprosse (die nicht überwintert haben sondern soeben aus der Erde hervorgekrochen sind) einen recht eigentümlichen Anblick. Sie sind nämlich dicht oberhalb der Erde scharf knieförmig gebogen, so dass der oberirdische Teil des Stengels horizontal gerichtet ist. Bei höherer Temperatur streckt sich der Spross rasch gerade, bei niederer Temperatur kommt die Krümmung wieder zum Vorschein. Ich habe bisjetzt keine Gelegenheit gehabt, diese Krümmungsbewegung, die offenbar psychroklinischer Natur ist, näher zu analysiren. Andere *Euphorbia*-Arten z. B. die überwinternde *Euphorbia Lathyris,* zeigen derartige Bewegungen nicht.

Von anderen Pflanzen, die allem Anscheine nach psychroklinisch reagiren, die ich aber bisjetzt nur gelegentlich beobachten konnte, mögen erwähnt werden: *Dactylis glomerata*, *Galium Mollugo* und (wahrscheinlich) *Potamogeton crispus.* Die submers wachsenden beblätterten Wintersprosse der letztgenannten Pflanze wachsen bei niederer Temperatur völlig horizontal, mit einer gewissen Neigung zur Epinastie, erheben sich aber bei höherer Temperatur, wahrscheinlich in folge einer Umstimmung des Geotropismus.

Die durch Temperaturwechsel hervorgerufenen Bewegungen der Blütenstiele.

Anemone nemorosa.

Die Blütenbewegungen von *Anemone stellata,* mit welcher *A. nemorosa* in der Hauptsache übereinzustimmen scheint, sind schon vor Jahren von VÖCHTING[1]) beschrieben worden. In meiner schon öfters citirten Arbeit berichtete ich über Klinostatenversuche, die meiner Ansicht nach bewiesen, dass es sich bei den Blütenstielen von *Anemone* »um eine Art thermonastischer Bewegungen handelt, die als

[1]) Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXI (1889) p. 285.

physiologisch ungleichwertig scharf von den vorher beschriebenen, auf geotropischer Reizumstimmung beruhenden Krümmungsbewegungen zu trennen sind».

In den letzten drei Jahren — die betreffenden Experimente können jedes Jahr nur einige Wochen gemacht werden — habe ich die Blütenstiele von *Anemone nemorosa* einer erneuten Prüfung unterzogen, die im wesentlichen meine Angaben von 1902 bestätigt hat. Lässt man Pflanzen bei niederer Temperatur auf dem Klinostaten rotiren, so bleiben die vorher gekrümmten Blütenstiele in dieser Lage, oder sie krümmen sich in gewohnter Weise, wenn die Stiele vorher durch hohe Temperatur in die gerade Stellung versetzt waren. Andererseits strecken sich die vorher gekrümmten Stiele gerade, wenn sie auf dem Klinostaten rotirend in die Wärme überführt werden. Krümmung und Geradestreckung erfolgt also ohne Verminderung der Amplitude ebenso gut auf dem Klinostaten als wenn die Schwerkraft einseitig angreift; diese Bewegungen sind offenbar, wie ich auch l. c. hervorhob, *rein thermonastischer Natur*.

Indessen macht sich bei diesen Versuchen ein zeitlicher Unterschied geltend, je nachdem die Bewegungen in normaler Lage oder auf dem Rotationsapparat ausgeführt werden. Im letzten Falle tritt — nicht immer, aber in den *meisten* Fällen — eine Verzögerung ein, sodass die Stiele der normal aufgestellten Pflanzen die der Temperatur entsprechende Lage *erheblich früher* erreichen als die anderen. Die Zeitdifferenz beträgt gewöhnlich 3—6 Stunden, unter Umständen noch mehr. Dies Verhalten der Stiele spricht dafür, dass unter normalen Umständen ausser der Epinastie noch ein anderer Faktor bei der Krümmung wirksam ist; dieser Faktor kann kaum anderes sein als ein *geotropischer* Stimmungswechsel.

Das geotropische Verhalten der oberirdischen *Anemone*sprosse ist nun recht interessant. Legt man eine bei höherer Temperatur wachsende Pflanze mit aufrechtem Blütenstiel horizontal, so erfolgt sehr prompt eine geotropische Aufwärtskrümmung, allein diese findet keineswegs im Blütenstiel statt, sondern setzt ein im Hauptspross etwa 0,5—1 cm. unterhalb der Insertion der drei Laubblätter; diese Krümmung, die bei 20° C. schon innerhalb zwei Stunden gut bemerkbar ist, schreitet später noch 1—2 cm. nach unten. Der Blütenstiel bleibt während dieser ganzen Zeit gerade, und wird durch die Krümmungsbewegung des Hauptsprosses ganz passiv in die normale (aufrechte) Lage gebracht. Trotzdem besitzt auch der Blütenstiel geotropische Eigenschaften; denn fixirt man den Hauptspross in horizontaler Lage, so dass er sich nicht aufrichten kann, so macht der Blütenstiel eine Aufwärtskrümmung, die offenbar durch negativen Geotropismus hervorgerufen ist.

Bei niederer Temperatur unterliegt nun offenbar auch dieser Geotropismus, so schwach ausgebildet er sonst ist, einem Stimmungswechsel, so dass der obere Teil des Blütenstiels positiv-klinotropen oder sogar positiv-parallelotropen Geotropismus aufzeigt. Legt man im Freien eine *Anemone nemorosa* mit nickendem Blütenstiel horizontal, so erhebt sich der Hauptspross durch eine Krümmung an der schon bezeichneten Stelle unterhalb der Laubblattinsertion vertikal aufwärts, so dass der nickende Blütenstiel passiv in die bei niedriger Temperatur normale Lage zurück-

geführt wird. Fixirt man aber bei niedriger Temperatur den horizontal gelegten Hauptspross, so dass er sich nicht krümmen kann, und sorgt man gleichzeitig dafür dass der bogenförmig gekrümmte Blütenstiel *nach oben* gerichtet wird, so führt der obere Teil des Stiels immer gewisse Bewegungen aus, wodurch die Blüte wieder in die normale nickende Lage zurückgeführt wird. Diese Bewegungen, deren Verlauf im Einzelnen ich nicht genau verfolgt habe, die aber meistens als seitliche Krümmungen im oberen Teile des Blütenstiels auftreten, können nur auf geotropischer Reizbarkeit beruhen.

Die durch Temperaturwechsel hervorgerufenen Krümmungsbewegungen der Blütenstiele von *Anemone nemorosa* sind also teilweise rein thermonastischer Natur, und zwar reicht die Thermonastie aus, um die betreffenden Bewegungen in ihrer ganzen Amplitude auszuführen. Andererseits werden diese Bewegungen auch durch einen geotropischen Stimmungswechsel begünstigt, der den zeitlichen Verlauf beeinflusst und wohl auch in gewissen Fällen eine genaue Orientirung der Blüten zur Lotlinie ermöglicht.

Anemone Hepatica u. A. ranunculoides.

Das Leberblümchen stimmt mit Rücksicht auf die Psychroklinie der Blütenstiele im wesentlichen mit *A. nemorosa* überein. Nur der obere Teil der Blütenstiele reagirt auf Temperaturschwankungen; der untere Teil bleibt immer negativ geotropisch. Auf dem Klinostaten werden die termonastischen Bewegungen in ihrer vollen Amplitude ausgeführt, allein durch Fixirung der untersten Teil des Blütenstiels kann man doch konstatiren, dass auch der termonastisch reagirende obere Teil geotropische Reaktionsfähigkeit besitzt, und zwar eine verschiedene je nach der Temperatur. In allen diesen Punkten stimmt *A. Hepatica* mit *A. nemorosa* überein.

Etwas verschieden verhält sich dagegen *A. ranunculoides*[1]). Bei schönem Wetter stehen die laubtragenden Sprosse und die Blütenstiele ganz aufrecht, allein bei sinkender Temperatur findet die hauptsächlichste Krümmung im *Laubspross* statt, und zwar 1—2 cm. unterhalb der Insertion der Blätter. Auch der Blütenstiel krümmt sich etwas, aber meistens nur schwach. Die betreffende Krümmung des Laubsprosses ist, wenigstens in der Hauptsache, durch Epinastie bedingt; denn legt man einen Topf mit mehreren bei höherer Temperatur aufrecht gewachsenen Pflanzen *horizontal* bei niederer Temperatur, so erfolgen im Laubsprosse Krümmungen, die aber, wenigstens anfangs, zur Lotlinie keine gar keine Beziehung zeigen. Auch diejenigen Krümmungen, durch welche junge Pflanzen bei kaltem Wetter an die Erde gepresst werden, dürften in erster Linie auf Epinastie beruhen. (Vgl. Taf. III, Fig. 6.)

[1]) Von dieser Art giebt es, ebenso wie von *A. nemorosa,* zahlreiche, morphologisch von einander sehr abweichende Rassen, welche sich vielleicht nicht alle in physiologischer Hinsicht gleich verhalten.

Legt man aufrecht wachsende Pflanzen von *A. ranunculoides* horizontal bei höherer Temperatur, so erfolgt die Aufwärtskrümmung gleichzeitig im oberen Teile des Laubsprosses und im Blütenstiel; letzterer wird also in diesem Falle auch durch seine eigene Fähigkeit, und nicht ganz passiv wie bei *A. nemorosa*, in die normale Lage gebracht.

Das Vorkommen von Statolitenstärke bei den psychroklinen Pflanzen.

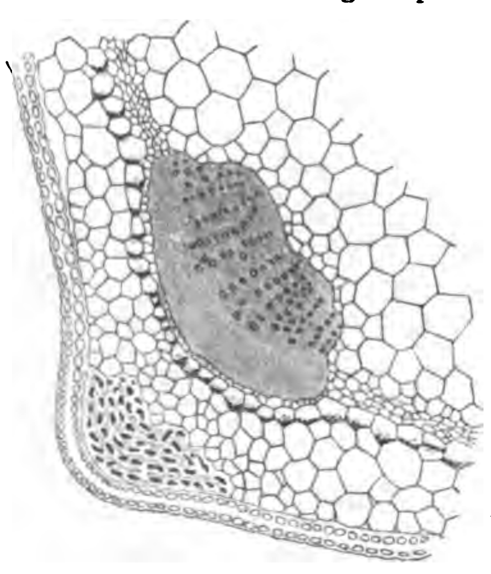
Seit der Veröffentlichung meiner Untersuchung »Über den Geotropismus einiger Frühjahrspflanzen» wurden von mehreren Seiten (NOLL, JOST) darauf hingewiesen, dass mit Rücksicht auf die Statolitentheorie eine anatomische Untersuchung der Sprosse auf Stärke im ortotropen und plagiotropen Zustande sehr wünschenswert wäre. Falls die Statolitentheorie gelten soll, so wird sie nach JOST »nicht nur nachzuweisen haben, dass die durch Kälte *der Stärke beraubten* Pflanzen ageotropisch werden, sondern sie wird auch zeigen müssen, dass die durch Kälte *geotropisch umgestimmten* Pflanzen die Stärke nicht verlieren» [1].

HABERLANDT hat dann auch diesem Punkte einige Aufmerksamkeit gewidmet, und giebt an [2], dass bei *Lamium purpureum* am 1 Januar, wo die Pflanze horizontal ausgebreitet, dem Boden anliegend vegetirte, die Stärkescheide in jedem Chlorophyllkorn ein einziges, ziemlich grosses Stärkekorn enthielt, sonst war die Pflanze bis auf die Spaltöffnungszellen vollkommen stärkefrei. Bei *Stellaria media*, welche von HABERLANDT schon am 9 November horizontal ausgebreitet vorgefunden worde, enthielten die Chlorophyllkörner der Stärkescheide in den jüngeren Stengelknoten ziemlich grosse Stärkekörner. Ueber andere psychrokline Pflanzen und vor allem über das Vorkommen von Stärke in den horizontal wachsenden Frühjahrssprossen macht HABERLANDT keine Angaben, und so viel ich weiss hat auch kein anderer Forscher sich mit diesen Verhältnissen beschäftigt. Da indessen der Kampf um die Statolitentheorie noch immer im vollen Flusse ist, habe ich geglaubt, dass einige Angaben, welche diese Lücke unserer Kenntnisse ausfüllen, hier am Platze seien.

Lamium purpureum. Die horizontal kriechenden, dem Boden dicht anliegenden Sprosse enthalten schon Mitte März eine schön ausgebildete, kontinuirliche, einschichtige Stärkescheide mit zahlreichen beweglichen Stärkekörnern (Fig. 1). Entsprechend der langen Dauer der Krümmungsfähigkeit enthalten die Sprosse noch in einem Abstande von 15—20 cm. vom Gipfel reichliche Statolitenstärke. In den durch höhere Temperatur aufrecht gewordenen Sprossen herrschen analoge Verhältnisse, doch ist natürlich hier die Lage der Stärkekörner eine andere.

[1] Bot. Zeit. Jahrg. 60 (1902), II Abt. Sp. 258.
[2] Jahrb. f. wiss. Botanik. S. 458.

Holosteum umbellatum. Auf Grund meiner Angabe, dass die horizontal wachsenden Holosteumsprosse in der Wärme schon nach 1 ½ Stunde eine deutliche geotropische Aufwärtskrümmung zeigen, vermutet HABERLANDT[1]), dass in diesem Falle »wohl die Stärke durch die vorherige Temperaturerniedrigung überhaupt nicht zum Verschwinden gebracht worden sei». Diese Vermutung HABERLANDT's ist insofern richtig, als schon im Februar, wenn das Wetter einigermassen milde gewesen ist, die horizontal wachsenden Holosteumstengel regenerirte Statolitenstärke führen. Dieselbe befindet sich in einer kontinuirlichen, ziemlich peripher gelegenen Stärkescheide, die von der Epidermis nur durch 3—4 chlorophyllführenden Zellschichten und von einer ebenfalls 3—4-schichtigen Grundgewebe von den Gefässbündeln getrennt ist. So lange die Sprosse in ihrer ganzen Länge krümmungsfähig sind, enthalten sie auch in allen Teilen Statolitenstärke; später, wenn die Stengel eine Länge von 15—20 cm. erreicht haben, und zwischen Stärkescheide und Gefässbündelkreis ein 3—4-schichtiger Sklerenchymring zur Ausbildung gelangt ist, bleibt die Krümmungsfähigkeit nur in den Nodis erhalten, und in *solchen Stengeln ist die Statolitenstärke nur auf die Nodi beschränkt.* Hier ist aber die Stärkescheide auffallend schön ausgebildet, was übrigens mit den schon von HABERLANDT[2]) bei typischen Gelenkpflanzen gemachten Befunden übereinstimmt.



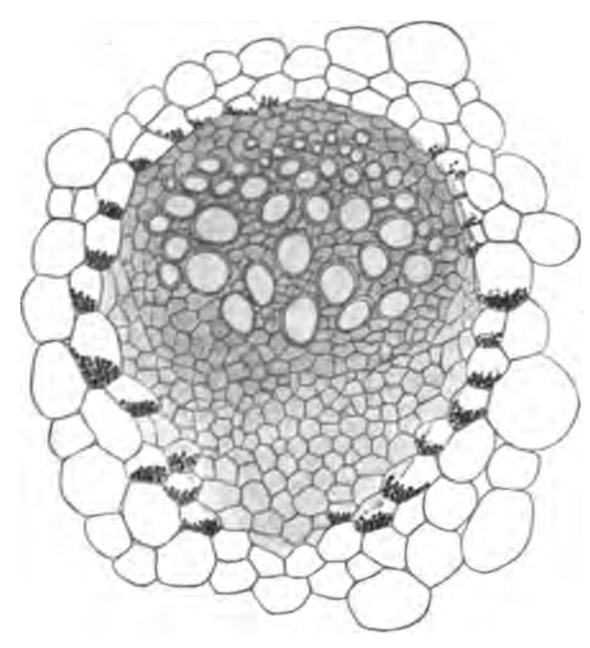
Lamium purpureum: Querschnitt durch einen horizontal wachsenden Stengel Anfang April.

Veronica hederæfolia. Die Gefässbündel bilden hier einen central gelegenen, sehr früh geschlossenen Ring, der von 8—10 Schichten einer Chlorophyllführenden Rinde umgeben ist. Unmittelbar an dem Gefässbündelring liegt eine kontinuirliche, schön ausgebildete Stärkescheide, in welcher die Statolitenstärke schon sehr früh — in Südschweden Mitte März — regenerirt wird. In langen Sprossen war bewegliche Stärke noch in einem Abstande von 14 cm. vom Gipfel vorhanden; 25 cm. vom Gipfel war die Stärke verschwunden, hier war aber die frühere Stärkescheide auffallenderweise reichlich *anthocyanführend.*

Corydalis pumila u. *C. fabacea.* Die horizontal wachsenden Sprosse besitzen keine kontinuirliche Stärkescheide, dagegen um jedes Gefässbündel eine schön ausgebildete Stärkesichel, deren Schenkel unter Umständen einander berühren; letzteres

[1]) l. c.
[2]) Vgl. HABERLANDT, l. c. S. 452.

ist in den Blütenstielen regelmässig der Fall, so dass hier jedes Gefässbündel von einer ringsum geschlossenen Stärkescheide umgeben wird. (Vgl. nebenstehende Fig.)



Corydalis pumila: Gefässbündel aus dem horizontal wachsenden Stengel Mitte April.

Anthemis arvensis. In den horizontal wachsenden Stengeln eine schön ausgebildete kontinuirliche Stärkescheide vorhanden.

Viola tricolor var. arvensis. Wie die vorige Art.

Anemone nemorosa. In dem Laubspross findet sich etwa 1 mm. unterhalb der Insertion der Laubblätter, wo die geotropische Reaktionsfähigkeit sehr stark entwickelt ist, ein schön ausgebildeter Statolitenapparat, der als eine kontinuirliche, vor den Gefässbündeln 1-schichtige, zwischen ihnen 3—5-schichtige Stärkescheide auftritt. Weiter nach unten (etwa 3 cm.), wird die Scheide einschichtig, und 6—7 cm. unterhalb der Laubblattinsertion, wo keine geotropische Krümmung mehr stattfindet, ist die Statolitenstärke verschwunden.

Im *Blütenstiel* führt die obere, krümmungsfähige Partie reichliche Statolitenstärke, der untere unbewegliche Teil des Stiels dagegen keine.

Ganz übereinstimmend verhalten sich *Anemone ranunculoides* und *A. Hepatica.*

Die jetzt referirten Befunde lassen sich kurz dahin resumiren, dass das Auftreten von beweglicher Stärke bei den psychroklinen Pflanzen vollkommen den Anforderungen der Statolitentheorie entspricht. Hier wie auf anderen Gebieten zeigt es sich, dass die anatomischen Tatsachen entschieden für die Richtigheit der Theorie sprechen. Die Schwierigkeiten liegen ja eben auf dem physiologischen Gebiete, wo die schönen Untersuchungen von Fitting und seinem Schüler Bach Tatsachen ans Licht gebracht haben, die anscheinend recht schwer mit der Haberlandt-Nemec-schen Theorie zu vereinigen sind. Andererseits haben ja in aller jüngster Zeit die Untersuchungen von Buder Resultate gezeitigt, die wenn sich die betreffenden Beobachtungen als richtig herausstellen werden, was ja sehr wahrscheinlich dünkt, offenbar geeignet sind, die Statolitentheorie fast unentbehrlich zu machen.

[1]) Buder, Untersuchungen zur Statolitentheorie, Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. XXVI, S. 162.

Figuren-Erklärung.

Tafel I.

Viola tricolor var. arvensis. Fig. 1: im Gewächshause bei ziemlich hoher Temperatur (+ 20°) kultivirt; Fig. 2: bei 5—12° C im Freien. Fig. 3: bei Temperaturen unter + 5°; die Sprosse epinastisch nach unten gekrümmt.

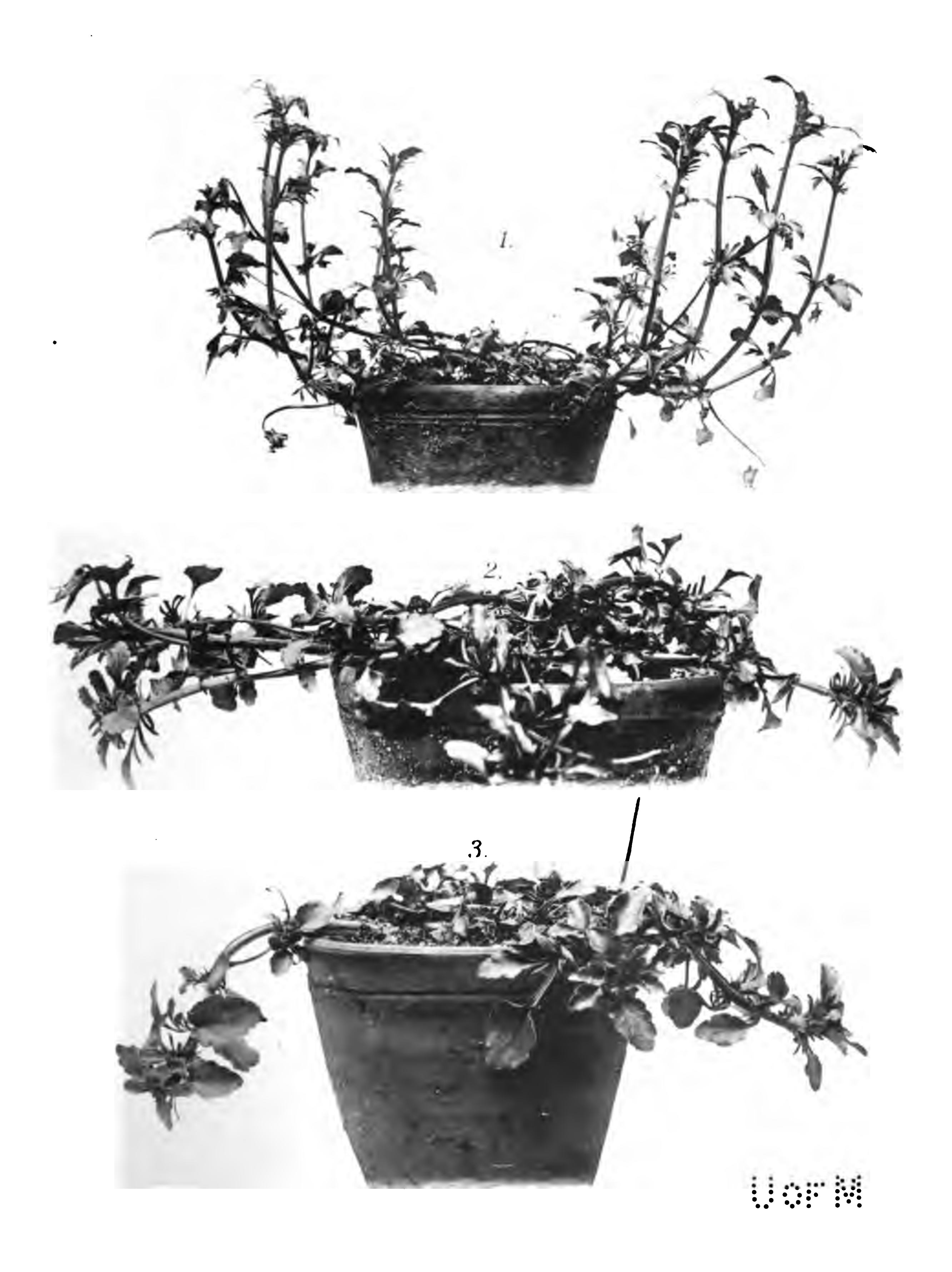
Tafel II.

Figg. 1 und 2. *Corydalis pumila,* im Freien bei niedriger Temperatur kultivirt. — Fig. 3: die Pflanze in Fig. 1 nach einigem Aufenthalt bei höherer Temperatur (17—20° C). Fig. 5: dieselbe Pflanze wie im Fig. 3, nach einem zweitägigen Aufenthalt im Freien bei niedriger Temperatur (Anfang Mai). Fig. 4: Dieselbe Pflanze wie in Fig. 2, nach Rotation auf dem Klinostaten in der Wärme; Temperatur und Dauer der Wärmewirkung ganz dieselben wie bei der in Fig. 3 abgebildeten Pflanze. Fig. 6: bei höherer Temperatur gewachsene ortotrope Pflanze. Fig. 7: eine anfänglich ortotrope Pflanze nach zweitägiger Rotation auf dem Klinostaten bei niedriger Temperatur.

Taf. III.

Fig. 1. *Corydalis pumila* bei mittlerer Temperatur (+ 5 — + 12° C) erwachsen, transversalgeotropisch. Fig. 2: *Corydalis pumila* ältere, ursprünglich ortotrope Pflanze, die nachher niedriger Temperatur ausgesetzt wurde. Nur der Oberteil des Blütenschafts und ein kleiner Nebenspross sind noch krümmungsfähig. Fig. 3: *Corydalis pumila*, bei niedriger Temperatur, von oben gesehen. Fig. 4: *Corydalis cava* bei niedriger Temperatur. Fig. 5: *Antemis arvensis* bei niedriger Temperatur transversalgeotropisch. Fig. 6: Junge Pflanzen von *Anemone ranunculoides* bei niedriger Temperatur, epinastisch dem Boden angeschniegt.

(Fertiggedruckt am 23. Juli 1908.)



O. F. Mattsson & autor phot. Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



O. F. Mattsson & autor phot.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B. Sthlm.



O. F. Mattsson & autor phot.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 4. Nr 4.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 19. Nr 4.

ÜBER DIE BEWEGUNG

DER BAHNEBENEN DER SATELLITEN

IN UNSEREM PLANETENSYSTEM

VON

C. V. L. CHARLIER



LUND 1909
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

1. **Einleitung**. Die Abplattung eines Planeten spielt eine grosse Rolle für die Bewegung der Bahnebenen der Satelliten, die um den Planeten kreisen. LAPLACE hat diese Frage an zwei Stellen seiner »Mécanique céleste» behandelt. In Livre V Chap. III de la première partie behandelt er die Einwirkung der Abplattung des Saturns auf die Bewegung des Saturnringes und beweist, dass diese Abplattung im Stande ist den Ring in der Ebene des Saturnekvators festzuhalten. In Livre VIII, Chap. X, XVII und XVIII de la seconde partie kommt er auf diese Frage zurück und findet unter Anderem, dass die Bahnebenen der vier GALILEI'schen Jupitersatelliten in Folge der Abplattung Jupiters eine nahe unveränderliche Neigung gegen eine gewisse »intermediäre» Ebene besitzen, die durch die Knoten des Jupiterekvators auf der Bahnebene des Planeten geht und zwischen dieser Ebene und dem Jupiterekvator liegt.

In den »Annales de l'observatoire de Toulouse» T. I hat TISSERAND die Resultate von LAPLACE durch eine elegante Analyse wiedergefunden und weitergeführt. Diese Untersuchung ist in seiner »Traité de Méc. céleste» T. IV, Chap. VI reproducirt.

In den Untersuchungen von LAPLACE wie in denen von TISSERAND werden die Planeten als *feste* Körper betrachtet. In der hier vorliegenden Untersuchung werde ich diese Voraussetzung beibehalten. Über die Einwirkung der Plasticität den Planeten auf diese Probleme liegt eine Untersuchung von STRATTON vor in den »Monthly Notices» of the R. Astr. Soc. in London T. LXVI (1906), die auf den bekannten Untersuchungen DARWIN's fusst. Ich werde also hier unmittelbar keine Rücksicht auf diese Methoden nehmen.

Die Lage der Ekvatorsebenen der Planeten ändert sich in der ersten Linie in Folge von der von der Anziehung der Sonne und der Satelliten verursachten Praecession. Die Satellitenebenen werden entweder dieser Praecessionsbewegung folgen oder auch eine Bewegung haben die wesentlich von der Anziehung der Sonne bedingt wird. In der Praecessionsbewegung kann die Neigung der Ekvatorsebene des Planeten gegen die Bahnebene als genähert konstant betrachtet werden. In der folgenden Untersuchung nehme ich auch darauf Rücksicht, dass diese Neigung der Ekvatorsebene sekularen Änderungen unterwerfen sein kann. Wie diese sekularen Änderungen zu Stande kommen, wird hier nicht näher discutiert.

Um bei veränderlicher Neigung der Ekvatorsebene des Hauptplaneten die Differentialgleichungen zu integriren, gehe ich von einer partikularen Lösung der Differentialgleichungen aus. Die allgemeinen Integrale werden dann etwa nach ähnlicher Methode wie der von Hill in seiner Mondtheorie gefunden. Die erhaltenen theoretischen Schlussfolgerungen werden auf sämtliche bis jetzt bekannte Satelliten in unserem Planetensystem angewandt.

2. **Entwickelung der Störungsfunktion.** Ich bezeichne den Ort des Satelliten, des Hauptplaneten und der Sonne *bez.* mit S, P und $\odot$. Weiter sei

der Abstand $SP = r$
» » $\odot P = R$
» » $\odot S = \Delta$.

Die Masse der Sonne sei M, die Masse des Planeten m_0, die Masse des Satelliten m.

Als intermediäre Bahn führe ich die Kepler'sche Ellipse ein, welche der Satellit um m_0 als Fokus beschreibt. Als veränderliche Elemente benutze ich, mit gewöhnlicher Bezeichnung (wo $\mu = m + m_0$ ist), die folgenden

$$\xi = \sqrt{\mu a} \quad ; \quad \eta = \text{ mittlere Länge},$$
$$u = \sqrt{2\sqrt{\mu a}\,(1 - \sqrt{1-e^2})}\cos\pi ; \quad v = -\sqrt{2\sqrt{\mu a}\,(1-\sqrt{1-e^2})}\sin\pi,$$
$$p_1 = \sqrt{2\sqrt{\mu a}\,(1 - \cos i)}\quad \cos\Omega ; \quad q_1 = -\sqrt{2\sqrt{\mu a}\,(1-\cos i)}\quad \sin\Omega.$$

Für das hier vorliegende Problem ist es unnöthig die Veränderungen von a und e in Betracht zu ziehen. Ich setze also $a =$ Constans und $e = 0$. Wird die charakteristische Funktion mit $\sqrt{\mu a}$ dividirt, so kann man als kanonische Elemente statt p_1 und q_1 die Grössen

$$\begin{aligned} p &= 2\sin\frac{1}{2}i\cos\Omega, \\ q &= -2\sin\frac{1}{2}i\sin\Omega \end{aligned} \tag{1}$$

einführen. Endlich kann man, statt p und q, $1-\cos i$ und $-\Omega$ oder, was dasselbe ist, $\cos i$ und Ω als Veränderliche benutzen. Man hat dann

$$\frac{d\cos i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial\Omega}, \quad \frac{d\Omega}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial\cos i}; \tag{2}$$

In diesen Formeln bedeutet i die Neigung der Satellitenbahn gegen die Bahnebene des Hauptplaneten und Ω die Länge des aufsteigenden Knotens der Satellitenebene auf der Planetenbahn. Für H hat man (Vergleiche Tisserand l. c. S. 93) den Ausdruck

$$H = \frac{1}{2}s_1\cos^2 i + \frac{1}{2}s_2\cos^2 I, \tag{3}$$

wo I die Neigung der Satellitenebene gegen den *Ekvator* des Hauptplaneten bezeichnet.

Die Grössen s_1 und s_2 haben die Werthe

$$s_1 = \frac{3}{4}\frac{N^2}{n}, \tag{4}$$
$$s_2 = \frac{3}{5}n\frac{a_1^2}{a^2}\frac{a_1 - c_1}{a_1}.$$

Hier bedeuten N und n die mittleren Bewegungen des Planeten und des Satelliten, $2a_1$ den Ekvatorsdurchmesser und $2c_1$ den Polardurchmesser des Hauptplaneten. Für $\cos I$ hat man den Ausdruck

$$\cos I = \cos i \cos \varepsilon + \sin i \sin \varepsilon \cos(\Omega - \Omega_0),$$

wo ε die Neigung des Ekvators des Hauptplaneten gegen die Bahnebene, Ω_0 den aufsteigenden Knoten dieses Ekvators bezeichnet.

Es empfiehlt sich in (2) $\Omega - \Omega_0$ statt Ω einzuführen. Da Ω_0 in Folge der Praecession als eine (bekannte) Funktion zu betrachten ist, so hat man dem entsprechend den Ausdruck für die charakteristische Funktion abzuändern.

Setzt man nun

$$H_1 = \frac{1}{2}s_1\cos^2 i + \frac{1}{2}s_2[\cos i \cos \varepsilon + \sin i \sin \varepsilon \cos(\Omega - \Omega_0)]^2 + \cos i \frac{d\Omega_0}{dt} \tag{5}$$

$$x = \cos i, \quad y = \Omega - \Omega_0, \tag{6}$$

so hat man

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\partial H_1}{\partial y}; \quad \frac{dy}{dt} = -\frac{\partial H_1}{\partial x}. \tag{7}$$

Ich will die Integrale dieser Differentialgleichungen untersuchen. Es ist zu bemerken, dass H_1 nicht nur x und y sondern auch die Zeit enthält. Die Integration wird dadurch erleichtert, dass in Ω_0 und ε nur die säkularen Störungen berücksichtigt zu werden müssen. Ich werde das Integrationsproblem vom mathemathischen Gesichtspunkte im folgenden Paragraphen untersuchen.

3. Eine allgemeine Methode ein partikulares Integral der Differentialgleichungen

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\partial H}{\partial y}, \quad \frac{dy}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x} \tag{8}$$

aufzusuchen, wenn H eine Funktion von x und y und der unabhängigen Veränderlichen t ist.

Wenn H die Zeit t *nicht* enthält, so kann man bekanntlich gewisse partikularen Integrale der Differentialgleichungen erhalten, indem man die beiden Gleichungen

$$\frac{\partial H}{\partial x}=0,\ \frac{\partial H}{\partial y}=0$$

nach x und y auflöst. Man bekommt dann konstante Werthe von x und y, welche den Differentialgleichungen genügen, welche Werthe gleichzeitig die singularen Werthe der Veränderlichen darstellen (Man vergleiche Mech. des Himmels II, S. 356).

Ich nehme nun an, dass die charakteristische Funktion H einen von der Zeit abhängigen Parameter p enthält und zwar wird vorausgesetzt, dass $dp:dt$ eine Konstante ist $(=p')$. Es lässt sich dann zeigen, dass die Differentialgleichungen (8) eine Lösung von der Form

$$\begin{aligned}x&=x_0+x_1p'+x_2p'^2+x_3p'^3+\ldots,\\ y&=y_0+y_1p'+y_2p'^2+y_3p'^3+\ldots\end{aligned}\tag{9}$$

besitzen, wo x_0, y_0, x_1, y_1, x_2, y_2, ... gewisse Funktionen der Zeit sind.

Man hat nämlich

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt}&=\frac{\partial x_0}{\partial p}p'+\frac{\partial x_1}{\partial p}p'^2+\frac{\partial x_2}{\partial p}p'^3+\ldots,\\ \frac{dy}{dt}&=\frac{\partial y_0}{\partial p}p'+\frac{\partial y_1}{\partial p}p'^2+\frac{\partial y_2}{\partial p}p'^3+\ldots\end{aligned}$$

Weiter ist

$$\begin{aligned}H&=H(x_0,y_0,p)+\left(\frac{\partial H}{\partial x_0}x_1+\frac{\partial H}{\partial y_0}y_1\right)p'\\ &+\left(\frac{\partial H}{\partial x_0}x_2+\frac{\partial H}{\partial y_0}y_2+\frac{1}{2}\frac{\partial^2 H}{\partial x_0^2}x_1^2+\frac{\partial^2 H}{\partial x_0\partial y_0}x_1y_1+\frac{1}{2}\frac{\partial^2 H}{\partial y_0^2}y_1^2\right)p'^2+\ldots\end{aligned}$$

Zur Bestimmung von x_0, y_0, x_1, y_1, x_2, y_2, ... erhalten wir hieraus die Gleichungen

$$\text{I}\qquad \frac{\partial H}{\partial x_0}=0,\ \frac{\partial H}{\partial y_0}=0;$$

$$\text{II}\qquad\begin{aligned}\frac{\partial x_0}{\partial p}&=\frac{\partial^2 H}{\partial x_0\partial y_0}x_1+\frac{\partial^2 H}{\partial y_0^2}y_1,\\ -\frac{\partial y_0}{\partial p}&=\frac{\partial^2 H}{\partial x_0^2}x_1+\frac{\partial^2 H}{\partial y_0\partial x_0}y_1;\end{aligned}$$

$$\text{III}\qquad\begin{aligned}X_2&=\frac{\partial^2 H}{\partial x_0\partial y_0}x_2+\frac{\partial^2 H}{\partial y_0^2}y_2,\\ Y_2&=\frac{\partial^2 H}{\partial x_0^2}x_2+\frac{\partial^2 H}{\partial y_0\partial x_0}y_2,\end{aligned}$$

wo

$$\begin{aligned}X_2&=\frac{\partial x_1}{\partial p}-\frac{1}{2}\frac{\partial^3 H}{\partial x_0^2\partial y_0}x_1^2-\frac{\partial^3 H}{\partial x_0\partial y_0^2}x_1y_1-\frac{1}{2}\frac{\partial^3 H}{\partial y_0^3}y_1^2,\\ Y_2&=-\frac{\partial y_1}{\partial p}-\frac{1}{2}\frac{\partial^3 H}{\partial x_0^3}x_1^2-\frac{\partial^3 H}{\partial x_0^2\partial y_0}x_1y_1-\frac{1}{2}\frac{\partial^3 H}{\partial x_0\partial y_0^2}y_1^2;\end{aligned}$$

und allgemein

$$X_\iota = \frac{\partial^2 H}{\partial x_0 \partial y_0} x_\iota + \frac{\partial^2 H}{\partial y_0^2} y_\iota,$$
$$Y_\iota = \frac{\partial^2 H}{\partial x_0^2} x_\iota + \frac{\partial^2 H}{\partial y_0 \partial x_0} y_\iota,$$

wo X_ι und Y_ι bekannte Funktionen von $x_0, x_1, \ldots, x_{\iota-1}; y_0, y_1, \ldots, y_{\iota-1}$ sind.

Hieraus können nach einander die Grössen $x_0, y_0, x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots$ bestimmt werden. Hiermit ist zwar Nichts über die Konvergenz der Reihen (9) ausgesagt. Ich bemerke in Bezug hierauf, dass die Auflösung der Gleichungen für x_1, y_1, x_2, y_2 u. s. w. immer gelingt, wenn die Determinante

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 H}{\partial x_0 \partial y_0}, & \frac{\partial^2 H}{\partial y_0^2} \\ \frac{\partial^2 H}{\partial x_0^2}, & \frac{\partial^2 H}{\partial x_0 \partial y_0} \end{vmatrix}$$

von Null verschieden ist. Wenn x_0 und y_0 gegeben sind, giebt es ein einziges System von Werthen der Grössen $x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3$ u. s. w. Was die Grössen x_0 und y_0 betrifft, sind sie durch die Gleichungen I bestimmt. Im Allgemeinen erlauben diese Gleichungen mehrere discrete Lösungen. Eine jede entspricht einem partikularen Integral der vorgelegten Differentialgleichungen.

Wir finden also, dass die partikularen Lösungen der Gleichung (8) in eindeutiger Weise bestimmt sind, wenn nur die Hesse*'sche Determinante von H nach x_0 und y_0 nicht identisch verschwindet.*

Die obige Methode kann in analoger Weise angewandt werden, wenn H von mehreren Argumenten $\alpha_1 t, \alpha_2 t, \alpha_3 t$ u. s. w. abhängig ist und $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ u. s. w. hinreichend klein sind. Man erhält die entsprechende Formeln am Einfachsten wenn man in (9) $p = t$ setzt.

Der Voraussetzung nach ist p von der Form

$$p = p_0 + \alpha t,$$

wo α eine Konstante ist. Nach der Poincaré'schen Erweiterung des Cauchy'schen Existenz-Theorems kann des Integral von (8) für hinreichend kleine α nach Potenzen von α entwickelt werden. Das Integral wird aber dann gleichzeitig nach Potenzen von t entwickelt, was nicht immer vortheilhaft ist. Nach der obigen Methode erhält man, für das *partikulare* Integral, eine Entwickelung nach Potenzen von α, die nicht gleichzeitig nach Potenzen von t fortschreitet.

4. Anwendung der Methode auf das Satellitenproblem. Die charakteristische Funktion H_1 (5) ist eine Funktion von $x\,(= \cos i)$, $y\,(= \Omega - \Omega_0)$ und den beiden Parametern ε und Ω_0, die von der Zeit abhängen. Die Grösse Ω_0 kommt nur in der Kombination $d\Omega_0 : dt$ vor und diese Grösse kann als eine Konstante betrachten werden, und es erübrigt also nur die Grösse ε, die wir als eine mit der Zeit langsam veränderliche Grösse betrachten können. Nach der Bezeichnung des

vorigen Paragraphen können wir also $p = \varepsilon$ setzen. Wir werden nun ein partikulares Integral, das nach Potenzen von $\varepsilon' (= d\varepsilon : dt)$ fortschreitet, ableiten. Wir setzen

$$(10^*) \quad \begin{aligned} x &= x_0 + x_1\varepsilon' + x_2\varepsilon'^2 + \ldots \\ y &= y_0 + y_1\varepsilon' + y_2\varepsilon'^2 + \ldots \end{aligned}$$

Zur Bestimmung von x_0 und y_0 erhalten wir nach dem vorigen Paragraphen die Gleichungen

$$(10) \quad \frac{\partial H_1}{\partial x_0} = 0 = \frac{\partial H_1}{\partial y_0}.$$

Wenn wir von dem Falle $i = 0$ absehen, können wir diese Gleichungen in der Form

$$\frac{\partial H_1}{\partial i} = 0 = \frac{\partial H_1}{\partial y_0}$$

schreiben.

Die zweite Gleichung giebt $y_0 = 0$ *), die erste lautet mit Rücksicht hierauf:

$$s_1 \sin 2i - s_2 \sin 2(\varepsilon - i) + 2 \sin i \frac{d\Omega_0}{dt} = 0,$$

oder

$$(10^*) \quad (s_1 + s_2 \cos 2\varepsilon) \sin 2i_1 - s_2 \sin 2\varepsilon \cos 2i_1 + 2 \sin i_1 \frac{d\Omega_0}{dt} = 0,$$

wenn der betreffende Werth von i mit i_1 bezeichnet wird.

Wird $d\Omega_0 : dt = 0$ gesetzt, erhält man hieraus die von Laplace und Tisserand betrachtete Lösung.

Um die Gleichung (10*) näher zu studieren, setze ich

$$(11) \quad \begin{cases} \cos 2E_1 = \dfrac{s_1 + s_2 \cos 2\varepsilon}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2s_1s_2 \cos 2\varepsilon}}, \\ \sin 2E_1 = \dfrac{s_2 \sin 2\varepsilon}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2s_1s_2 \cos 2\varepsilon}}, \\ tg\, 2E_1 = \dfrac{s_2 \sin 2\varepsilon}{s_1 + s_2 \cos 2\varepsilon}, \end{cases}$$

und führe in analoger Weise noch eine Hilfsgrösse E_2 durch folgende Formeln ein

$$(12) \quad \begin{cases} \cos 2E_2 = \dfrac{s_2 + s_1 \cos 2\varepsilon}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2s_1s_2 \cos 2\varepsilon}}, \\ \sin 2E_2 = \dfrac{s_1 \sin 2\varepsilon}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2s_1s_2 \cos 2\varepsilon}}, \\ tg\, 2E_2 = \dfrac{s_1 \sin 2\varepsilon}{s_2 + s_1 \cos 2\varepsilon}. \end{cases}$$

*) Von anderen möglichen Lösungen können wir hier absehen.

Diese Formeln geben

$$\sin 2(E_1 + E_2) = \sin 2\varepsilon,$$
$$\cos 2(E_1 + E_2) = \cos 2\varepsilon,$$

so dass man hat

$$E_1 + E_2 = \varepsilon. \tag{13}$$

Die Hilfsgrössen E_1 und E_2 entsprechen den Neigungen der von LAPLACE betrachteten »plan fixe» gegen die Bahnebene des Planeten, *bez.* die Ebene des Planetenekvators.

Ich setze ausserdem

$$f = \frac{1}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2s_1 s_2 \cos 2\varepsilon}} \frac{d\Omega_0}{dt}. \tag{14*}$$

Die Gleichung (10*) zur Bestimmung von i_1 lautet nunmehr

$$\sin 2(i_1 - E_1) = -2f \sin i_1. \tag{14}$$

Für sämmtliche Satelliten in unserem Planetensysteme ist f eine kleine Grösse (< 0.01), wir können deswegen mit hinreichender Genauigkeit die Lösung von (14) in der Form

$$i_1 = E_1 - f \sin E_1 \tag{15}$$

schreiben. Setzen wir $i_2 = \varepsilon - i_1$, so ist mit demselben Genauigkeitsgrad

$$i_2 = E_2 + f \sin E_1. \tag{16}$$

Die Lösung der Gleichungen (10) lautet also

$$\begin{cases} x_0 = \cos i_1, \\ y_0 = 0, \end{cases} \tag{17}$$

wo i_1 aus (15) erhalten wird.

Zur Bestimmung von x_1 und y_1 brauchen wir die zweiten Ableitungen von H_1 nach x_0 und y_0.

Offenbar hat man (für $y_0 = 0$)

$$\frac{\partial^2 H_1}{\partial x_0 \partial y_0} = 0,$$

und

$$\frac{\partial^2 H_1}{\partial y_0^2} = -s_2 \cos(i_1' - \varepsilon) \sin i_1 \sin \varepsilon.$$

Um $\partial^2 H_1 : \partial x^2$ zu erhalten bemerken wir, dass

$$\frac{\partial H_1}{\partial i} = -\frac{\partial H_1}{\partial x} \sin i,$$
$$\frac{\partial^2 H_1}{\partial i^2} = \frac{\partial^2 H_1}{\partial x^2} \sin^2 i - x \frac{\partial H_1}{\partial x},$$

oder da $\partial H_1 : \partial x_0 = 0$ ist,

$$\frac{\partial^2 H_1}{\partial i^2} = \frac{\partial^2 H_1}{\partial x_0^2} \sin^2 i_1 .$$

Nun ist aber (für $y = 0$)

$$2 \frac{\partial H_1}{\partial i} = (s_1 + s_2 \cos 2\varepsilon) \sin 2i - s_2 \sin 2\varepsilon \cos 2i - 2 \sin i \frac{d\Omega_0}{dt}$$

also

$$\sin^2 i_1 \frac{\partial^2 H_1}{\partial x_0^2} = (s_1 + s_2 \cos 2\varepsilon) \cos 2i_1 + s_2 \sin 2\varepsilon \sin 2i_1 - \cos i_1 \frac{d\Omega_0}{dt}. \tag{18}$$

Es genügt zu zeigen, dass $\partial^2 H_1 : \partial x_0^2$ von Null verschieden ist. Führt man die Grösse E_1 ein, lautet die obige Gleichung

$$\frac{\sin^2 i_1}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2 s_1 s_2 \cos 2\varepsilon}} \frac{\partial^2 H_1}{\partial x_0^2} = \cos 2 (i_1 - E_1) - f \cos i_1$$

und nach (14) hat die rechte Seite näherungsweise den Werth $1 - f \cos E_1$.

Um die Gleichungen II des vorigen Paragraphen zu bilden, brauchen wir noch die Ausdrücke für $\partial x_0 : \partial \varepsilon$ und $\partial y_0 : \partial \varepsilon$.

Man hat nach (17)

$$\frac{\partial x_0}{\partial \varepsilon} = - \sin i_1 \frac{\partial i_1}{\partial \varepsilon},$$

$$\frac{\partial y_0}{\partial \varepsilon} = 0 .$$

Die Gleichungen für x_1 und y_1 lauten also

$$\frac{\partial x_0}{\partial \varepsilon} = \frac{\partial^2 H_1}{\partial y_0^2} y_1 ,$$

$$0 = \frac{\partial^2 H_1}{\partial x_0^2} x_1 ,$$

welche geben, da $\partial^2 H_1 : \partial x_0^2$ von Null verschieden ist,

$$x_1 = 0 ,$$

$$y_1 = - \frac{\frac{\partial i_1}{\partial \varepsilon}}{s_2 \cos (i_1 - \varepsilon) \sin \varepsilon} . \tag{19}$$

Die Grösse $\partial i_1 : \partial \varepsilon$ lässt sich leicht durch ε ausdrücken. Man hat in der That

$$\frac{\partial i_1}{\partial \varepsilon} = (1 + e \cos E_1) \frac{dE_1}{d\varepsilon}$$

und

$$\frac{dE_1}{d\varepsilon} = \frac{s_2 (s_2 + s_1 \cos 2\varepsilon)}{s_1^2 + s_2^2 + 2 s_1 s_2 \cos 2\varepsilon} .$$

Führen wir die Entwickelung (10*) nicht weiter als bis zur ersten Potenz von ε' *inkl.*, hat man also folgende partikulare Lösung der Differentialgleichungen (7)

$$x = \cos i = \cos i_1,$$
$$y = \Omega - \Omega_0 = y_1 \frac{d\varepsilon}{dt}. \tag{20}$$

Die Lösung stellt also eine Ebene dar, die eine Neigung i_1 gegen die Bahnebene des Planeten hat und deren Knotenlänge auf dieser Bahnebene um den Werth

$$y_1 \frac{d\varepsilon}{dt}$$

von der Knotenlänge des Ekvators abweicht.

Ich werde diese Ebene als die *intermediäre Ebene* der Satellitenbahn bezeichnen.

Ist ε unveränderlich fällt Ω mit Ω_0 zusammen und die intermediäre Ebene wird mit der »plan fixe» von LAPLACE identisch.

5. **Allgemeine Lösung der Differentialgleichungen.** Aus der partikularen Lösung (20) lässt sich die allgemeine Lösung der Differentialgleichungen ableiten. Setzt man

$$(x) = \cos i_1,$$
$$(y) = y_1 \frac{d\varepsilon}{dt}, \tag{21}$$

so kann man die allgemeine Lösung bilden etwa in der Weise, dass man

$$x = (x) + \xi$$
$$y = (y) + \eta$$

setzt und die »Equations aux variations» aufsucht, indem man ξ und η als kleine Grössen betrachtet. Die Differentialgleichungen für ξ und η lauten dann

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{\partial^2 H_1}{\partial x \partial y}\xi + \frac{\partial^2 H_1}{\partial y^2}\eta,$$
$$\frac{d\eta}{dt} = -\frac{\partial^2 H_1}{\partial x^2}\xi - \frac{\partial^2 H_1}{\partial x \partial y}\eta,$$

oder, da

$$\frac{\partial^2 H_1}{\partial x \partial y} = 0$$

ist,

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{\partial^2 H_1}{\partial y^2}\eta,$$
$$\frac{d\eta}{dt} = -\frac{\partial^2 H_1}{\partial x^2}\xi, \tag{22}$$

welche Gleichungen leicht integrirt werden können, im Besonderen, da die zweiten Ableitungen von H_1 nach x und y nahe konstante Werthe haben.

6. Eine kanonische Transformation. Es zeigt sich indessen, dass die Veränderlichen ξ und η des vorigen Paragraphen nicht die geeignesten sind, wenn man die Bewegung in der Nähe der partikularen Lösung $x = \cos i$, $y = y_1 \frac{d\varepsilon}{dt}$ untersuchen will. Vielmehr ist es dabei das natürlichste die Bewegung der Bahnebene des Satelliten auf die intermediäre Ebene zu beziehen. Ich werde zeigen, dass man den Cosinus der Neigung der Satellitenebene gegen diese intermediäre Ebene und die entsprechende Knotenlänge als kanonische Veränderlichen einführen kann, auch wenn die intermediäre Ebene in Folge der Præcession und der Variation der Neigung des Planetenekvators gegen die Bahnebene des Planeten eine veränderliche Lage im Raume einnimmt. Nur muss für H_1 eine andere charakteristische Funktion eingeführt werden, deren Werth unten angegeben wird.

Betrachte der Allgemeinheit wegen ein beliebiges sphærisches Dreieck mit den Seiten a, b, c und den entsprechenden Winkeln A, B, C. Die Seite c betrachten wir zuerst als unveränderlich. Wir nehmen an, dass $\cos a$ und B konjugirte kanonische Veränderlichen sind, so dass

$$\frac{d \cos a}{dt} = \frac{\partial H}{\partial B}, \quad \frac{dB}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial \cos a} \tag{23}$$

ist, wo H eine gegebene Funktion von a, B und t ist.

Geht man von den Veränderlichen a und B zu den Veränderlichen b und A über, so behaupte ich, dass $\cos b$ und $-A$ auch konjugirte kanonische Veränderlichen sind mit derselben charakteristischen Funktion H. Nach der allgemeinen Theorie (Vorlesungen über die Mech. d. Himmels I, s 291) ist dafür die Bedingung

$$+1 = -\frac{\partial \cos a}{\partial \cos b}\frac{\partial B}{\partial A} + \frac{\partial \cos a}{\partial A}\frac{\partial B}{\partial \cos b}$$

oder

$$+1 = \frac{\sin a}{\sin b}\left[\frac{\partial a}{\partial A}\frac{\partial B}{\partial b} - \frac{\partial a}{\partial b}\frac{\partial B}{\partial A}\right] \tag{24}$$

erforderlich.

Nach den Differentialformeln für sphærische Dreiecke hat man aber zwischen den Differentialen von a, B, b, A und c die Relationen

$$da = \cos C db + \cos B dc + \sin B \sin c dA, \tag{25}$$

$$\sin a dB = \sin C db - \cos a \sin B dc - \sin b \cos C dA,$$

welche geben

$$\frac{\partial a}{\partial A} = \sin B \sin c = \sin b \sin C,$$

$$\frac{\partial B}{\partial b} = \frac{\sin C}{\sin a},$$

$$\frac{\partial a}{\partial b} = \cos C,$$

$$\frac{\partial B}{\partial A} = -\frac{\sin b \cos C}{\sin a},$$

woraus unmittelbar hervorgeht, das die Bedingung (24) erfüllt ist.

Ich nehme nun zweitens an, dass die Winkel c mit der Zeit veränderlich ist, und als eine bestimmte Funktion der Zeit gegeben vorliegt. Man erhält dann

$$\frac{d \cos b}{dt} = \frac{\partial H}{\partial(-A)} + \frac{\partial \cos b}{\partial c} \frac{dc}{dt},$$

$$\frac{d(-A)}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial \cos b} + \frac{\partial(-A)}{\partial c} \frac{dc}{dt}.$$

Wird aber in (25) a gegen b, B gegen A und umgekehrt vertauscht, so hat man die Relationen

$$\begin{aligned} db &= \cos C da + \cos A dc + \sin A \sin c dB, \\ \sin b dA &= \sin C da - \cos b \sin A dc - \sin a \cos C dB, \end{aligned} \tag{26}$$

so dass

$$\frac{\partial b}{\partial c} = \cos A \because \frac{\partial \cos b}{\partial c} = -\sin b \cos A,$$

$$\frac{\partial A}{\partial c} = -\frac{\cos b \sin A}{\sin b} \because \frac{\partial(-A)}{\partial c} = \frac{\cos b \sin A}{\sin b}.$$

Folglich ist

$$\frac{\partial \cos b}{\partial c} = \frac{\partial \sin b \sin A}{\partial(-A)},$$

$$\frac{\partial(-A)}{\partial c} = -\frac{\partial \sin b \sin A}{\partial \cos b}.$$

Führt man nun die neue charakteristische Funktion

$$H_2 = H + \sin b \sin A \frac{dc}{dt} \tag{27}$$

ein, so hat man

$$\frac{d \cos b}{dt} = \frac{\partial H_2}{\partial(-A)}; \quad \frac{d(-A)}{dt} = -\frac{\partial H_2}{d \cos b}. \tag{27*}$$

Indem wir uns auf einen allgemeineren Standpunkt stellen, können wir das vorliegende Problem in folgender Weise formulieren. Eine unbewegliche Ebene S_1 ist gegeben, eine Ebene S_2 bewegt sich in beliebiger Weise doch so, dass ihre Lage in Verhältniss zu S_1 in jedem Augenblick bekannt ist. Die Differentialgleichungen für die Bewegung einer dritten Ebene S in Verhältniss zur festen Ebene S_1 sind bekannt. Gesucht die Differentialgleichungen für die Bewegung von S in Verhältniss zu S_2.

Die Neigung der Ebene S_2 gegen S_1 sei n_0. die Länge des aufsteigenden Knotens von S_2 auf S_1 sei ω_0. Die Grössen n_0 und ω_0 sind bekannte Funktionen der Zeit.

Die Neigung und Knotenlänge von S bezogen auf S_1 seien n_1 und ω_1. Die entsprechenden Grössen in Bezug auf S_2 seien n_2 und ω_2.

Wir nehmen an, dass die Differentialgleichungen für n_1 und ω_1 die Form

$$\frac{d \cos n_1}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \omega_1}, \quad \frac{d\omega_1}{dt} = \frac{\partial N}{\partial \cos n_1}, \tag{28}$$

haben.

Zuerst führen wir $\omega_1 - \omega_0$ statt ω_1 als Veränderliche ein. Setzt man

$$H_1 = H + \cos n_1 \frac{d\omega_0}{dt}, \tag{29}$$

so ist offenbar

$$\frac{d \cos n_1}{dt} = \frac{\partial H_1}{\partial(\omega_1 - \omega_0)}; \quad \frac{d(\omega_1 - \omega_0)}{dt} = - \frac{\partial H_1}{\partial \cos n_1}. \tag{30}$$

Betrachte nun das sphærische Dreieck PP_1P_2 zwischen den Polen der Ebenen SS_1S_2. In diesem Dreieck haben die Seiten und Winkel folgende Werthe

$$\begin{aligned} P_1P_2 &= n_0, \\ P_1P &= n_1, \quad \wedge P_2P_1P = \omega_1 - \omega_0 \\ P_2P &= n_2, \quad \wedge P_1P_2P = 180^0 - (\omega_2 - \omega_0). \end{aligned}$$

Nach dem vorhergehenden Transformationsteorem hat man dann

$$\frac{d \cos n_2}{dt} = \frac{\partial H_2}{\partial(\omega_2 - \omega_0)}; \quad \frac{d(\omega_2 - \omega_0)}{dt} = - \frac{\partial H_2}{\partial \cos n_2}, \tag{31}$$

wo

$$\begin{aligned} H_2 &= H_1 + \sin n_1 \sin(\omega_1 - \omega_0) \frac{dn_0}{dt} \\ &= H + \cos n_1 \frac{d\omega_0}{dt} + \sin n_1 \sin(\omega_1 - \omega_0) \frac{dn_0}{dt}, \end{aligned} \tag{32}$$

in welcher Formel man n_1 und ω_1 gegen n_2 und ω_2 vertauschen kann mittelst der Formeln

$$\begin{aligned} \sin n_1 \sin(\omega_1 - \omega_0) &= \sin n_2 \sin(\omega_2 - \omega_0), \\ \sin n_1 \cos(\omega_1 - \omega_0) &= \cos n_2 \sin n_0 + \sin n_2 \cos n_0 \cos(\omega_2 - \omega_0), \\ \cos n_1 &= \cos n_2 \cos n_0 - \sin n_2 \sin n_0 \cos(\omega_2 - \omega_0). \end{aligned} \tag{33}$$

Hieraus erhalten wie die gesuchten Differentialgleichungen für n_2 und ω_2 in der Form

$$\frac{d \cos n_2}{dt} = \frac{\partial H_3}{\partial \omega_2}; \quad \frac{d\omega_2}{dt} = - \frac{\partial H_3}{\partial \cos n_2}, \tag{34}$$

wo

$$H_3 = H + (\cos n_1 - \cos n_2)\frac{d\omega_0}{dt} + \sin n_1 \sin(\omega_1 - \omega_0)\frac{dn_0}{dt}. \tag{34*}$$

Wir sind also zum folgenden allgemeinen Transformationsteorem gelangt:

Eine Ebene S habe die Neigung n_1 und die Knotenlänge ω_1 bezogen auf eine feste Ebene S_1. Die Grössen n_1 und ω_1 mögen durch die kanonischen Differentialgleichungen

$$\frac{d\cos n_1}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \omega_1}, \quad \frac{d\omega_1}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial \cos n_1}$$

bestimmt sein, wo H eine Funktion von n_1, ω_1 und t ist. Ist denn S_2 eine andere Ebene, welche die Neigung n_0 und die Knotenlänge ω_0 bezogen auf die feste Ebene S_1 hat — wo n_0 und ω_0 bekannte Funktionen der Zeit sind — so sind die Neigung n_2 der Ebene S gegen die Ebene S_2 und die entsprechende Knotenlänge ω_2 durch die Differentialgleichung

$$\frac{d\cos n_2}{dt} = \frac{\partial H_3}{\partial \omega_2}, \quad \frac{d\omega_2}{dt} = -\frac{\partial H_3}{\partial \cos n_2}.$$

bestimmt, wo H_3 durch die Formel (34*) *definirt ist.*

7. **Anwendung auf das Satelliten-problem.** Wir wollen jetzt die Bewegung der Bahnebene des Satelliten auf die intermediäre Ebene beziehen. Die letztere hat die Neigung i_1 gegen die feste Bahnebene des Hauptplaneten und die Knotenlänge

$$\Omega_1 = \Omega_0 + y_1\frac{ds}{dt}. \tag{35}$$

Werden die Neigung und die Knotenlänge der Satellitenebene, auf die intermediäre Ebene bezogen, mit ι und ω bezeichnet, so hat man nach dem vorigen Paragraphen die Bewegungsgleichungen

$$\frac{d\cos\iota}{dt} = \frac{\partial H_3}{\partial\omega}; \quad \frac{d\omega}{dt} = -\frac{\partial H_3}{\partial\cos\iota}, \tag{36}$$

wo

$$H_3 = H + (\cos i - \cos\iota)\frac{d\Omega_1}{dt} + \sin i \sin(\Omega - \Omega_1)\frac{di_1}{dt}, \tag{36*}$$

wo H durch die Formel (3) gegeben ist, und

$$\begin{aligned} \sin i \sin(\Omega - \Omega_1) &= \sin\iota \sin(\omega - \Omega_1), \\ \cos i &= \cos\iota\cos i_1 - \sin\iota\sin i_1\cos(\omega - \Omega_1) \end{aligned} \tag{37}$$

ist.

Bei der Integration dieser Gleichungen ist es im Allgemeinen zu empfehlen die Funktion H_3 nach Potenzen von ι zu entwickeln. Da in den meisten Fällen ι sehr klein ist, genügt es dabei die zweite Potenz von ι in Betracht zu ziehen.

Auch wenn ι verhältnissmässig gross ist, lässt sich indessen die Integration der Gleichungen (36) ausführen. Es ist

$$
(38) \quad \begin{aligned} H = &+ \frac{1}{2} s_1 \left[\cos \iota \cos i_1 - \sin \iota \sin i_1 \cos (\omega - \Omega_0)\right]^2 \\ &+ \frac{1}{2} s_2 \left[\cos \iota \cos i_2 + \sin \iota \sin i_2 \cos (\omega - \Omega_0)\right]^2 \end{aligned}
$$

oder $H = + \frac{1}{2} \cos^2 \iota (s_1 \cos^2 i_1 + s_2 \sin^2 i_2) + \frac{1}{2} \sin^2 \iota \cos^2 (\omega - \Omega_0) (s_1 \sin^2 i_1 + s_2 \sin^2 i_2)$

$$
- \frac{1}{2} \cos \iota \sin \iota \cos (\omega - \Omega_0) [s_1 \sin 2 i_1 - s_2 \sin 2 i_2]
$$

In diesen Formeln setzen wir nach (15) und (16) die Werthe

$$
\begin{aligned} i_1 &= E_1 - f \sin E_1 \\ i_2 &= E_2 + f \sin E_1 \end{aligned}
$$

ein, und vernachlässigen die zweite und höheren Potenzen von f. Dann ist

$$
\begin{aligned} \sin^2 i_1 &= \sin^2 E_1 - f \sin E_1 \sin 2 E_1, \\ \sin^2 i_2 &= \sin^2 E_2 + f \sin E_1 \sin 2 E_2, \\ \cos^2 i_1 &= \cos^2 E_1 + f \sin E_1 \sin 2 E_1, \\ \cos^2 i_2 &= \cos^2 E_2 - f \sin E_1 \sin 2 E_2, \end{aligned}
$$

also nach (11) und (12)

$$
\begin{aligned} s_1 \sin^2 i_1 + s_2 \sin^2 i_2 &= s_1 \sin^2 E_1 + s_2 \sin^2 E_2, \\ s_1 \cos^2 i_1 + s_2 \cos^2 i_2 &= s_1 \cos^2 E_1 + s_2 \cos^2 E_2. \end{aligned}
$$

Weiter ist

$$
\begin{aligned} \sin 2 i_1 &= \sin 2 E_1 - \cos 2 E_1 \, 2 f \sin E_1, \\ \sin 2 i_2 &= \sin 2 E_2 + \cos 2 E_2 \, 2 f \sin E_1 \end{aligned}
$$

und somit

$$
\begin{aligned} s_1 \sin 2 i_1 - s_2 \sin 2 i_2 &= - 2 f \sin E_1 (s_1 \cos 2 E_1 + s_2 \cos 2 E_2) \\ &= - 2 \frac{d\Omega_0}{dt} \sin E_1 \quad \text{Nach (14*)} \end{aligned}
$$

so dass

$$
(39) \quad \begin{aligned} H = &\frac{1}{2} \cos^2 \iota (s_1 \cos^2 E_1 + s_2 \cos^2 E_2) + \frac{1}{2} \sin^2 \iota \cos^2 (\omega - \Omega_0) (s_1 \sin^2 E_1 + s_2 \sin^2 E_2) \\ &+ \cos \iota \sin \iota \cos (\omega - \Omega_0) \sin E_1 \frac{d\Omega_0}{dt}. \end{aligned}
$$

Wir führen hier eine Hilfsgrösse L durch die Formeln

$$
(40) \quad \begin{aligned} s_1 \cos^2 E_1 + s_2 \cos^2 E_2 &= (s_1 + s_2) \cos^2 L, \\ s_1 \sin^2 E_1 + s_2 \sin^2 E_2 &= (s_1 + s_2) \sin^2 L \end{aligned}
$$

ein, — welche Relationen immer durch einen reellen Werth von L erfüllt werden können — so dass H die Form

$$H = \frac{s_1 + s_2}{2}\left[\cos^2 \iota \cos^2 L + \sin^2 \iota \sin^2 L \cos^2 (\omega - \Omega_0)\right]$$
$$+ \cos \iota \sin \iota \cos (\omega - \Omega_0) \sin E_1 \frac{d\Omega_0}{dt}$$

annimmt.

Drückt man L durch ε aus, so hat man nach (11) und (12)

$$(40^*) \qquad \begin{aligned} (s_1 + s_2) \cos 2L &= \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2 s_1 s_2 \cos 2\varepsilon} \\ (s_1 + s_2) \sin 2L &= 2\sqrt{s_1 s_2} \sin \varepsilon \end{aligned}$$

Die Differentialgleichungen (36) für ι und ω sind nunmehr von derselben Form wie die bekannten Differentialgleichungen für das *Delaunay*'sche Problem und können genau integrirt werden. Wird die dritte Potenz von $\sin \iota$ vernachlässigt, so hat man

$$\cos i - \cos \iota = \sin^2 \iota \sin^2 \frac{1}{2} E_1 - \sin \iota \sin E_1 \cos (\omega - \Omega_0)$$

und

$$(41) \qquad H_3 = -\frac{s_1 + s_2}{2}\left[\cos^2 L - \sin^2 L \cos^2 (\omega - \Omega_0)\right] \sin^2 \iota - \sin^2 \frac{1}{2} E_1 \sin^2 \iota \frac{d\Omega_0}{dt}.$$

Die Integrale der Gleichungen

$$(41^*) \qquad \frac{d \cos \iota}{dt} = \frac{\partial H_3}{\partial \omega}, \qquad \frac{d\omega}{dt} = -\frac{\partial H_3}{\partial \cos \iota}$$

haben für die meisten Satelliten die Form

$$\cos \iota = A_0 + \Sigma A_r \cos r\alpha t,$$
$$\omega = \alpha t + c_0 + \Sigma B_r \sin r\alpha t,$$

wo α ein gewisse Konstante bezeichnet. In vielen Fällen ist es hinreichend die ersten Glieder dieser Entwicklungen mitzunehmen. Man findet nämlich aus (40*), dass L für fast alle Satelliten in unserem Planetensystem eine sehr kleine Grösse ist. Die Relation

$$\sin 2L = \frac{2\sqrt{s_1 s_2}}{s_1 + s_2} \sin \varepsilon$$

zeigt nämlich, dass L klein ist so oft $s_1 : s_2$ oder $s_2 : s_1$ klein ist. Wie man im folgenden Paragraphen finden wird, haben aber diese beiden Quotienten einen der Einheit nahen Werth nur für einen einzigen Satelliten. — Nämlich für den achten Saturnsatelliten *Japetus*. Für alle anderen Satelliten ist entweder $s_1 : s_2$ oder $s_2 : s_1$ klein und also auch $\sin 2L$ klein.

Näherungsweise ist also

$$H_2 = \frac{s_1 + s_2}{2} \cos^2 \iota$$

und also nach (41*) genähert

$$\frac{d \cos \iota}{dt} = 0$$

$$\frac{d\omega}{dt} = -(s_1 + s_2) \cos \iota$$

Die Bewegung der Bahnebene des Satelliten geht also näherungsweise so vor sich, dass die Bahnebene eine konstante Neigung gegen die intermediäre Ebene behält und der aufsteigende Knoten auf dieser Ebene mit der Geschwindigkeit $s_1 + s_2$ sich rückwärts auf der intermediären Ebene bewegt. Wird die Bewegung des Knotens des Planetenekvators mit berücksichtigt, so ist in der Knotenlänge das Glied

$$-\sin^2 \frac{1}{2} E_1 \frac{d\Omega_0}{dt} t$$

hinzuzufügen.

Die geometrische Bedeutung der beiden Grössen s_1 und s_2 ist leicht zu finden. Wenn nämlich die Abplattung vernachlässigt wird, so hat man

$$H = \frac{1}{2} s_1 \cos^2 i,$$

und s_1 (richtiger $s_1 \cos i$) stellt also näherungsweise die Bewegung der Satellitenebene auf der Planetenebene dar, wenn die Sonne allein als störende Körper auftritt.

Wird andererseits der Ekvator als Grundebene genommen und die Einwirkung der Sonne nicht berücksichtigt wird, so ist näherungsweise

$$H = \frac{1}{2} s_2 \cos^2 I,$$

und s_2 stellt also näherungsweise die Bewegung des Knotens der Satellitenebene auf der Ekvatorsebene des Hauptplaneten dar. unter Voraussetzung, dass nur die Einwirkung der Abplattung des Hauptplaneten auf die Bewegung der Satellitenebene berücksichtigt wird. In beiden Fällen ist das von der Præcession abhängige Glied — das indessen verhältnissmässig klein ist — nicht berücksichtigt worden.

Die intermediäre Ebene kann als eine Ebene angesehen werden, auf welcher die Bewegung des Knotens der Satelliten ein Maximum ist.

8. **Numerische Resultate für die Satelliten in unserem Planetensysteme.** Wird die siderische Umlaufszeit des Satelliten mit τ, diejenige des Hauptplaneten mit T bezeichnet, so hat man für s_1 und s_2 nach (4) die Ausdrücke

$$\frac{s_1}{n} = \frac{3}{4}\frac{N^2}{n^2} = \frac{3}{4}\frac{\tau^2}{T^2},$$

(42)

$$\frac{s_2}{n} = \frac{3}{5}\left(\frac{a_1}{a}\right)^2 \frac{a_1 - c_1}{a_1}.$$

Für die verschiedenen Satelliten habe ich mich der folgenden Elemente bedient.

Erdmond:

$$\tau = 27^{T},32,$$
$$T = 365,25,$$
$$a : a_1 = 60,27,$$
$$(a_1 - c_1) : a_1 = 1 : 305,6.$$

Ausserdem setze ich

$$\varepsilon = 23^0,45; \quad \frac{d\Omega_0}{dt} = -50'',21.$$

Marsmonde:

$$T = 687,0,$$
$$(a_1 - c_1) : a_1 = 1 : 220, \text{ (Flammarion)}$$
$$\varepsilon = 24^0,87,$$
$$\frac{d\Omega_0}{dt} = -6'',321,$$
$$a_1 = 4'',71 \text{ (Hartwig 1878)}.$$

Phobos

$a = 12'',95$ (*Hall*, 1878),

$\tau = 0,3180$,

$a : a_1 = 2,75$,

Deimos

$a = 32'',35$, (*Hall* 1878),

$\tau = 1,2624$,

$a :_1 a = 6,87$.

Jupitersatelliten:

$$(a_1 - c_1) : a_1 = 1 : 15,78 \text{ (Bessel 1833)},$$
$$T = 4332,6,$$
$$\varepsilon = 3^0,09,$$
$$\frac{d\Omega_0}{dt} = -0'',993$$
$$a_1 = 18'',80 \text{ (Bessel)}.$$

	V	I	II	III	IV	VI	VII
τ	$0^{T},4982$	1,7692	3,5518	7,1546	16,6877	251	260,06
a	48,06	111,74	177,80	283,61	498,87	3036	3113
$a : a_1$	2,56	5,94	9,46	15,08	26,54	161,6	165,6

Die Elemente des Jupitersatelliten V sind von *Marth* gegeben (Astr. Nachr. 3404, 1897). Die Elemente der 6:ten und 7:ten Jupitermonde rühren von *Ross* her (A. N. 4042 (1905) und A. N. 4175 (1907)). Den neulich entdeckten 8:ten Jupiter werde ich unten behandeln.

Saturnsatelliten.

$$T = 10759^r,$$

$$(a_1 - c_1) : a_1 = 0{,}1051 \quad (H.\ Struve),$$

$$\epsilon = 28^\circ{,}08 \quad (\quad » \quad),$$

$$\frac{d\Omega_0}{dt} = -0''{,}46 \quad (\quad » \quad),$$

$$a_1 = 8''{,}736 \quad (\quad » \quad).$$

	I	II	III	IV	V	VI	X	VII	VIII	IX
τ	$0^r{,}9426$	1,3700	1,8876	2,7376	4,5167	15,9458	20,85	21,2833	79,3292	550,4
a	$26''{,}81$	34,40	42,59	54,54	76,17	176,58	211,2	213,92	514,60	1869
$a:a_1$	3,24	4,16	5,15	6,59	9,20	21,34	25,52	25,84	62,19	225,8

Die Elemente der acht älteren Saturnsatelliten sind nach *H. Struve* (Publ. de l'Obs. Centr. Nic. Ser. II, Vol. XI) angegeben. Die Elemente von Saturn IX (*Phoebe*) sind die von *Ross* in Annals of the Harvard Observatory Bd. 53, von Saturn X (*Themis*) die von *Pickering* in demselben Band der Harvard Annalen.

Uranussatelliten.

$$T = 30586^r$$

$$a_1 = 1''919$$

$$(a_1 - c_1) : a_1 = 1 : 15 \quad (Bergstrand)$$

	τ	a	$a:a_1$
Ariel	$2^r{,}5204$	$13''{,}62$	7,01
Umbriel	4,1442	19,20	9,91
Titania	8,7059	31,48	16,11
Oberon	13,4633	42,10	21,54

Neptuntrabant.

$$T = 60186^r$$

$$a_1 = 1''{,}10$$

$$a = 16''{,}27 \quad (H.\ Struve)$$

$$\tau = 5^r{,}878$$

Aus diesen Elementen habe ich nach den Formeln (42), (11), (12) und (14) folgende Werthe der Grössen s_1, s_2, E_1, E_2 und f abgeleitet.

Tafel I.

	s_1	s_2	$s_1 : s_2$	E_1	E_2	$10^6 f$
Erdmond	199'',05	0'',0256	7761	9'',26	—	— 690
Marsmonde:						
Phobos	0,656	1467	0,000448	—	35'',2	— 11,8
Deimos	2,599	59,39	0,04376	—	3445	— 291,5
Jupitersatelliten						
V	0,026	15186	0,00000	—	0,002	— 3,44
I	0,124	1070,66	0,00012	—	1,286	— 3,44
II	0,208	171,66	0,00118	—	13,11	— 17,46
III	0,375	30,77	0,01219	—	153,8	— 89,58
IV	0,886	4,314	0,20530	2°,565	0°,525	— 536,50
VI	12,999	0,0076	1720,3	6'',45	—	— 209,26
VII	13,457	0,0069	1941,8	5,72	—	— 201,97
Saturnsatelliten						
I Mimas	0,0079	8261,9	0,00000	—	0'',08	— 0,152
II Enceladus	0,0115	3451,5	0,00000	—	0,29	— 0,865
III Tethys	0,0158	1634,9	0,00001	—	0,83	— 0,770
IV Dione	0,0230	687,2	0,00003	—	2,87	— 1,883
V Rhea	0,0379	213,5	0,00018	—	15,22	— 5,900
VI Titan	0,1339	11,255	0,01190	—	1019,13	— 111,2
(X Themis)	0,1751	6,022	0,02908	—	2492,00	—2000
VII Hyperion	0,1787	5,748	0,03109	—	2663,39	—2154
VIII Japetus	0,6661	0,2664	2,5004	7°,60	20°,48	—1493
IX Phoebe	4,6215	0,0029	1587,05	52'',98	—	— 272,6
Uranussatelliten						
Ariel	0,0026	418,5	0,00001	—	0'',17	?
Umbriel	0,0043	127,4	0,00003	—	0,94	»
Titania	0,0090	22,94	0,00039	—	11,00	»
Oberon	0,0140	8,30	0,00169	—	47,03	»
Neptuntrabant	0,0016	$604'',8 \frac{a_1 - c_1}{a_1}$				

In dieser Tafel ist nur der Werth einer der Grössen E_1 und E_2 ausgeschrieben. Die andere Grösse erhält man aus der Formel (13)

$$E_1 + E_2 = s.$$

Wir man findet, ist für keinen Satelliten der Werth der Grösse f von merkbarem Einfluss auf die Bestimmung der Lage der intermediären Ebene. Man kann ohne bedeutenden Fehler i_1 mit E_1 indentificiren.

Aus dieser Tafel können wir folgende Schlüsse ziehen.

Zuerst bemerken wir, dass nach § 7 die Neigung der Satellitenebene gegen die *intermediäre* Ebene klein bleibt, wenn sie zu einer gewissen Zeit klein gewesen ist. Die Lage der intermediären Ebene gegen die Ekliptik (E_1) und gegen den Ekvator des Hauptplaneten (E_2) ist indessen durch die Formeln

$$\text{(43)} \qquad \operatorname{tg} 2 E_1 = \frac{s_2 \sin 2\varepsilon}{s_1 + s_2 \cos 2\varepsilon},$$

$$\text{(43*)} \qquad \operatorname{tg} 2 E_2 = \frac{s_1 \sin 2\varepsilon}{s_2 + s_1 \cos 2\varepsilon}$$

gegeben.

Ist nun

$$1) \quad s_1 > s_2,$$

so kann der Nenner der rechten Seite von (43) niemals verschwinden und folglich kann in diesem Falle der Winkel E_1 niemals einen grösseren Werth als 45° erhalten. Nehmen wir an, dass ε von Null bis 180° stetig wächst, so erhalten wir, für $\varepsilon = 0$, $E_1 = 0$. Da

$$\text{(44)} \qquad \frac{dE_1}{d\varepsilon} = \frac{s_2(s_2 + s_1 \cos 2\varepsilon)}{s_1^2 + s_2^2 + 2\, s_1 s_2 \cos 2\varepsilon}$$

ist, so wächst E_1 mit ε bis man zu einem Werth von ε etwas kleiner als 90° gekommen ist, der durch die Formel

$$\cos 2\,\varepsilon = -\frac{s_2}{s_1}$$

bestimmt ist. Der entsprechende Werth von E_1, den wir mit $E_1^{(m)}$ bezeichnen wollen, ist durch die Formel

$$\sin 2\, E_1^{(m)} = \frac{s_2}{s_1}$$

bestimmt. Dann nimmt E_1 ab, und, für $\varepsilon = 90°$, hat man wieder $E_1 = 0$. Wächst ε weiter über 90°, so nimmt E_1 ab, bis der Werth $-E_1^{(m)}$ erreicht ist, um dann wieder zu wachsen, so dass, für $\varepsilon = 180°$, wieder $E_1 = 0$ ist.

Anders verhält sich die Sache, wenn

$$2) \quad s_1 < s_2$$

ist. In diesem Falle wächst nach (44) E_1 stetig mit ε. Für $\varepsilon = 0$, hat man $E_1 = 0$, Für $\varepsilon = 90°$ ist $E_1 = 90°$, und für $\varepsilon = 180°$, ist $E_1 = 180°$. Der Winkel E_2 zwischen der intermediären Ebene und dem Ekvator des Hauptplaneten schwankt zwischen den Grenzen $\pm E_2^{(m)}$, wo

$$\sin 2\, E_2^{(m)} = \frac{s_1}{s_2}$$

ist.

Ist $s_1 < s_2$, folgt also die intermediäre Ebene den Bewegungen des Ekvators nicht nur in so fern die gewöhnliche Præcession des Ekvators in Betracht kommt

— man vergleiche die Formel (20) — sondern auch wenn die Neigung der Bahnebene des Ekvators gegen die Bahnebene des Hauptplaneten beliebigen, und im Besonderen *säkularen*, Änderungen unterworfen ist.

Betrachten wir nun die Tafel I, so finden wir, dass folgende Satelliten immer in der Nähe des Ekvators ihrer Hauptplaneten bleiben.

Gruppe A.

Die beiden Marssatelliten;

Die vier Galilei'schen Jupitermonde und der Barnard'sche Mond V;

Die sieben alten inneren Saturnsatelliten und der noch etwas problemetische Mond X *Themis;*

Die vier Uranussatelliten;

Endlich gehört auch zu dieser Gruppe wahrscheinlich der Neptuntrabant. Die Abplattung ist zwar hier nicht bekannt. Man findet aber, dass eine Abplattung grösser als 0,000003 genügt um diesen Trabanten in der Ebene des Neptunekvators festzuhalten.

In Bezug auf die Uranussatelliten ist zu bemerken, dass die angenommene Abplattung ($^1/_{15}$) vielleicht zu gross ist. Die Werthe von $s_1 : s_2$ zeigen aber, dass auch eine Abplattung, die 100 Mal kleiner ist, im Stande wäre die Satelliten im Uranusekvator festzuhalten.

Folgende Satelliten folgen den Bewegungen des Ekvators ihres Hauptplaneten *nicht:*

Gruppe B.

Der Erdmond,

Die Jupitertrabanten VI und VII,

Der neunte Saturnsatellit Phœbe.

Auf der Grenze zwischen diesen beiden Gruppen steht der achte Jupitermond *Japetus.* Der Quotient $s_1 : s_2$ beträgt für diesen Satelliten 2,5 und überschreitet also nicht viel die Einheit (für die übrigen vier Satelliten der zweiten Gruppe ist s_1 mehr als 1000 Mal grösser als s_2). Es ist zu bemerken, dass in dieser Untersuchung nur die Einwirkung der Sonne und der Abplattung des Hauptplaneten auf die Bewegung der Satellitenebene in Betracht gezogen worden sind. Hierzu kommt aber noch die Einwirkung der übrigen Satelliten und für Saturn ausserdem die Einwirkung des Ringes. Wenn es von den säkularen Störungen die Rede ist, auf welche es hier allein ankommt, so addiren sich diese Einflüsse zu der Einwirkung der Abplattung auf die Bewegung der Satellitenebene und bewirken, dass der Werth von s_2 vergrössert wird. Dank sei in der erster Linie den eingehenden Untersuchungen von *H. Struve* sind die Verhältnisse im Saturnsystem ziemlich gut bekannt. Im Besonderen hat dieser Gelehrte durch eine sorgfältige Diskussion den Werth von $s_1 : s_2$ berechnet ($K : K'$ nach seiner Bezeichnung) und dafür den Werth 1,33 erhalten *). Der betreffende Quotient ist also immer noch etwas grösser als Eins, und die

*) Supplément I aux Observations de Poulkova, s. 85.

Untersuchung der Bewegung der Bahnebene dieses Satelliten erfordert eine mehr eingehende Diskussion als hier gegeben worden ist. Immerhin ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass in früheren Zeiten der Abstand des Satelliten vom Saturn kleiner gewesen ist als jetzt, und dass der Satellit dann den Bewegungen des Saturnekvators gefolgt ist.

Die erhaltenen Resultate erlauben einige für die Kosmogenie des Planetensystems wichtige Schlüsse zu ziehen, wobei ich indessen ausdrücklich betone, dass ich hier nicht auf die Erklärung der Veränderung der Neigung der Ekvatorsebenen der Planeten eingegangen bin.

Was die Planeten *Neptun* und *Uranus* betrifft, folgt aus der Taf. I, dass die Ekvatorsebenen dieser Planeten, deren Lage man bis jetzt nicht aus der Beobachtungen hat ableiten können, mit grosser Wahrscheinlichkeit mit den Bahnebenen der Satelliten der betreffenden Planeten zusammenfallen. Dies hat man ja sehr lange vermuthet. Man findet indessen aus Taf. I, dass eine Abplattung von 0,000003 für *Neptun* und von 0,0001 für *Uranus* genügt um die Satelliten dieser Planeten in den Ekvatorsebenen der Hauptplaneten festzuhalten, wenn sie sich einmal genähert in diesen Ebenen bewegt haben.

In Bezug auf *Saturn* schliesse ich aus früher erwähnten Gründen den Satelliten VIII *Japetus* aus. Wir finden dann aus Taf. I das folgende bemerkenswerthe Resultat. Die sieben inneren Saturnsatelliten — und der Satellit X Themis — folgen den Bewegungen des Saturnekvators. Die Bahnebene des neunten und äussersten Saturnsatelliten *Phœbe* kann sich nur bis zu einer gewissen Grenze von der Ekliptik entfernen. Nun ist aber *Phœbe* rückläufig, wogegen die übrigen Saturnsatelliten sich bekanntlich in direkter Richtung bewegen. Die einfachste Methode diese Verhältnisse zu erklären ist durch die Annahme, dass der Planet *Saturn* zu der Zeit, als die Satelliten sich aus dem Planeten gebildet haben, in retrograder Richtung rotirt hat, und dass die Rotationsachse dann allmählich umgeklippt hat bis sie ihre jetzige Lage erhielt. Die inneren Satelliten sind dann nach Taf. I den Bewegungen des Saturnekvators gefolgt und liegen immer noch in der Ebene des Ekvators, wogegen *Phœbe*, für welchen Satelliten $s_1 : s_2$ grösser als Eins ist, immer noch genähert dieselbe Lage hat, wie zur Zeit, wann die Satelliten gebildet wurden. Bekanntlich hat *W. H. Pickering*, der Entdecker der *Phœbe*. in ähnlicher Weise (wenn auch nicht genau in dieser Weise) die Rückläufigkeit des Satelliten *Phœbe* erklärt.

Kommen wir dann zu den *Jupitersatelliten*. Die fünf inneren folgen den Bewegungen des Jupitersekvators, der 6:te und 7:te Satellit aber nicht. Alle sieben kreisen in direkter Richtung um den Hauptplaneten. Man genügt diesen Thatsachen durch die Annahme, dass *Jupiter* zur Zeit, als die Satelliten gebildet wurden, in *direkter* Richtung rotirt hat, und zwar können wir annehmen, dass die Rotationsachse dann nahe senkrecht zur Ekliptik gestanden ist.

In wie fern der neulich entdeckte 8:te Jupitersatellit diese Schlussfolgerungen beeinflusst, werde ich unten untersuchen.

Die beiden *Marssatelliten*, welche beide den Bewegungen des Ekvator des Hauptplaneten folgen, geben, von dem hier angewandten Gesichtspunkte, keinen Aufschluss über die ursprüngliche Lage der Rotationsachse des Planeten *Mars*.

Für den *Erdmond* ist der Werth des Quotienten $s_1 : s_2$ ein bedeutender — der grösste im ganzen Planetensystem. Wir werden hier, immer unter den gemachten Voraussetzungen, zum Schluss geführt, dass die Erde zur Zeit, als der Mond gebildet wurde, in direkter Richtung rotirt hat, und *dass der Ekvator der Erde einmal früher eine kleinere Neigung gegen die Ekliptik gehabt hat.*

9. **Der achte Jupitermond.** Anfang dieses Jahres wurde in Greenwich ein neuer Satellit Jupiters entdeckt, der für die hier vorliegende Frage in besonders hohem Grade der Aufmerksamkeit verdient ist. Der Satellit liegt ausserhalb der früher bekannten Satelliten Jupiters und ist nach den — zwar bis jetzt nur verläufigen — Untersuchungen von *Cowell* und *Crommelin rückläufig.* Dies scheint in Widerspruch mit dem oben formulirten Satz über die ursprüngliche Rotationsrichtung Jupiters zu stehen. Der Widerspruch wäre gehoben, wenn der neue Satellit nicht ursprünglich zum Jupitersystem gehört hat, sondern vom Aussen von Jupiter aufgefangen worden ist.

Mittelst der *Hill*'schen Grenzkurve kann man wenigstens in gewissen Fällen entscheiden, ob ein Satellit ein eingefangener Körper ist oder nicht. (Man vergleiche meine Vorlesungen II s. 289).

Ich nehme an, dass es sich um einen Planeten — Jupiter — handelt, der sich in einer kreisförmigen Bahn um die Sonne bewegt. Weiter setze ich voraus, dass der betreffende Satellit auch einen Kreis um den Hauptplaneten beschreibt. Die Bewegung ist auf ein rechtwinkliges Achsensystem bezogen mit Anfangspunkt in Jupiter das sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit um Jupiter dreht. Die X-Achse fällt mit dem Radius Vektor Jupiter-Sonne zusammen. Wird die geradlinige Geschwindigkeit des Satelliten in diesem System mit $ds : dt$ bezeichnet, ist a die mittlere grosse Achse der Satellitenbahn und C eine Konstante, so lautet das s. g. *Jacobi*'sche Integral.

$$\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{2}{a} + 3a^2 - C.$$

Die Einheiten für Masse, Abstand und Zeit sind nach *Hill* so gewählt, dass

$m =$ Jupitermasse $= 1$,

$k^2 =$ Attraktionskonstante $= 1$,

$N =$ mittlere Bewegung Jupiters $= 1$.

Ich werde diese Einheiten als die *Hill'schen Einheiten* bezeichnen *).

*) Verkürzt zu *H. E.* Die gewöhnlichen astronomischen Einheiten (Sonnenmasse = 1, mittlerer Sonnentag = 1, mittlere Sonnenferne = 1) werde ich mit *a. E.* bezeichnen.

Ist M die Sonnenmasse und A der Radius der Jupiterbahn, so ist nach der dritten Annahme

$$A = (M + 1)^{\frac{1}{3}}$$

und genähert

$$A = M^{\frac{1}{3}} \tag{45}$$

Zwischen den *H. E.* und den *a. E.* bestehen nach dem Obigen folgende Relationen:

$$\begin{aligned} &H.\,E. \text{ für Masse} &&= a.\,E. \times m : M, \\ &H.\,E. \text{ für Abstand} &&= a.\,E. \times A : \left(\frac{M}{m} + 1\right)^{\frac{1}{3}}, \\ &H.\,E. \text{ für Zeit} &&= a.\,E. \times \frac{T}{2\pi}, \end{aligned}$$

wo T die Umlaufzeit des Planeten bezeichnet.

Beispielsweis für *Jupiter* ist also

H. E. für Masse	= Sonnenmasse × 1 : 1047,	
H. E. für Abstand =	0,512	Erdbahnhalbmesser,
H. E. für Zeit =	689,6	mittlere Sonnentage

Die Gleichung der *Hill*'schen Grenzkurve lautet

$$0 = \frac{2}{a} + 3a^2 - C. \tag{46}$$

Die Kurve ist geschlossen (*Hill*: American Journal of Math. I), wenn

$$C > 4{,}326$$

ist.

Ist die Grenzkurve geschlossen — und der Satellit innerhalb dieser Kurve liegt — so gehört der Satellit sicher ursprünglich zum System des Planeten. Ist die Grenzkurve *nicht* geschlossen, kann man nur behaupten, dass der Satellit ein fremder Körper sein kann.

Für einen gewissen Fall hat man also nur den Werth der *Jacobi*'schen Konstante C zu berechnen. Fällt $C > 4{,}326$ aus, so hat man es mit einem wirklichen Satelliten zu thun. Sonst ist die Sache noch als offen zu betrachten.

Es hat keine Schwierigkeit die Sache allgemein zu betrachten. Die Konstante C wird aus der Formel

$$C = \frac{2}{a} + 3a^2 - \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \tag{47}$$

berechnet. Um einen Ausdruck für $ds : dt$ zu erhalten, so bemerken wir, dass die Geschwindigkeit v des Satelliten auf feste (bez. mit sich selbst immer parallele) Achsen bezogen, die ihren Anfangspunkt in Jupiter haben den Werth

$$\frac{k\sqrt{1+\mu}}{\sqrt{a}}$$

hat, wo μ die Satellitenmasse bezeichnet. Diese Geschwindigkeit hat also, in *Hill*'schen Einheiten ausgedrückt, genähert den Ausdruck

$$v = \frac{1}{\sqrt{a}}.$$

Die Geschwindigkeit — $v_{\odot}$ — der Sonne, auf dieselben Achsen bezogen, hat den Werth

$$v_{\odot} = \frac{\sqrt{M+1}}{\sqrt{A}} = A \text{ nach (45).}$$

Auf den Abstand a hat also der Radius Vektor der Sonne die Geschwindigkeit

$$\frac{a}{A} \cdot A = a$$

und folglich ist

$$\frac{ds}{dt} = \frac{1}{\sqrt{a}} \mp a,$$

wo das obere Zeichen für rechtläufige, das untere Zeichen für rückläufige Satelliten gültig ist. Folglich bekommt man aus (47) für C den Ausdruck

$$C = \frac{1}{a} + 2a^2 \pm 2\sqrt{a},$$

Ich habe hieraus die folgenden Werthe für C abgeleitet:

Werthe der Jacobi'schen Konstante.

H. E. a.	Satelliten mit direkter Bewegung.	Satelliten mit retrograder Bew.
0,1	10,66	9,38
0,2	5,98	4,18
0,3	4,61	3,41
0,4	4,08	1,56

Damit der Satellit eine geschlossene Grenzkurve besitzen soll, muss also für Satelliten mit *direkter* Bewegung $a < 0{,}35$ *H. E.* sein, für Satelliten mit retrograder Bewegung $a < 0{,}17$ *H. E.* sein.

Der Librationspunkt L_1 liegt im Abstande 0,693 *H. E.* von Hauptplaneten. Wir erhalten also näherungsweise folgende einfache Regeln um, unter den gemachten Vorauszetzungen, zu entscheiden, ob ein Satellit eine geschlossene Grenzkurve besitzt oder nicht.

I. ***Bewegt sich ein Satellit näherungsweise in einem Kreis und in direkter Richtung um den Hauptplaneten, so ist die Grenzkurve geschlossen und der Satellit gehört (von Anfang ab) dem System des Planeten zu, wenn a kleiner ist als der halbe Abstand des Librationspunktes L_1 vom Hauptplaneten.***

II. ***Bewegt sich ein Satellit näherungsweise in einem Kreis und in retrograder Richtung um den Hauptplaneten, so ist die Grenzkurve geschlossen und der Satellit gehört (von Anfang ab) dem System des Planeten zu, wenn a kleiner ist als ein Viertel des Abstandes des Librationspunktes L_1 von Hauptplaneten.***

Die Lage des Librationspunktes L_1 für die grossen Planeten habe ich in den Vorlesungen II S. 102 berechnet.

Man findet beispielsweise für *Saturn* für den Abstand des Librationspunktes L_1 den Werth

$$0{,}045 \text{ Saturn — Sonnenweiten} = 0{,}430 \ a. E.,$$

für *Jupiter*

$$0{,}067 \text{ Jupiter — Sonnenweiten} = 0{,}348 \ a. E.$$

Für *Phoebe*, die eine retrograde Bewegung hat, ist nach *W. Pickering* $a = 0{,}086$ *a. E*, ein Wert, der kleiner ist als ein Viertel des Abstandes des Librationspunktes L_1, von Saturn. Der Satellit *Phoebe* gehört also ursprünglich dem Saturnsystem.

Der *achte* Jupitrosatellit hat nach *Cowell* und *Crommelin* (Monthl. Not. April 1908) einen mittleren Abstand $a = 0{,}213$ *a. E.*, und würde also keine geschlossene Grenzkurve besitzen, vorausgesetzt, dass man näherungsweise die Bahn als einen Kreis betrachten kann. Dies ist aber wahrscheinlich nicht der Fall, und man muss nähere Auskünfte über diesen intressanten Himmelskörper abwarten, bevor man diese Frage endgültig endscheiden kann. Ist der erhaltene Werth für den mittleren Abstand des Satelliten richtig, spricht doch die Wahrscheinlichkeit dafür, dass man es hier mit einem dem Jupitersystem fremden Körper zu thun hat, wenn nicht ganz besondere Eigenschaften der Satellitenbahn vorhanden sein sollten.

Zusatz. Nachdem das Olige geschrieben wurde, haben die Herrn *Cowell* und *Crommelin* weitere Untersuchungen über diesen Satelliten veröffentlicht (Monthl. Not. Juni 1908). Durch ein eigenthümliches, in diesem Falle sehr angemessenes, Verfahren haben die Verfasser eine Bahn für den Satelliten gerechnet, ohne die Beobachtungen zu einer *Kepler*'schen Ellipse anzupassen. Zwar haben die Verfasser noch nicht die Hypothese einer *direkten* Bewegungsrichtung untersucht, da aber die unter der Annahme einer retrograden Bewegung berechnete Bahn sehr gut mit den Beobachtungen übereinstimmt, so kann man mit den Verfassern schliessen, dass »it would be impossible at the present moment to reject the possibility that the retrograde solution was the right one».

Für die neue Bahn fällt der mittlere Abstand von Jupiter etwas kleiner aus als vorher, indem nämlich die Verfasser nun $a = 0{,}1702$ erhalten. Die Umlaufzeit würde ungefär 2 Jahre und 2 Monate betragen *).

Da die Jovicentrischen Längen, Breiten und Abstände des Satelliten in diesem Aufsatze für 7 verschiedenen Zeitpunkte berechnet werden, lässt sich der Werth von $ds:dt$ leicht berechnen, und somit auch der Werth der *Jacobi*'schen Konstante.

Aus dem betreffenden Aufsatze nehme ich folgende Zahlenwerthe:

*) Steht man vielleicht hier vor einem Librationsfall ($^1/_4$)?

Jovicentrische Länge (λ), *Breite* (β) *und Abstand* (ρ) *des VIII:ten Jupitersatelliten.*

1908	λ	β	ρ	$\odot$	λ-$\odot$
Jan. 28	305°,32	— 15°,42	0,1997	308°,52	— 3°,20
Febr. 13	300,95	— 13,31	0,1946	309,77	— 8,82
Febr. 29	296,43	— 10,96	0,1893	311,05	— 14,62

Die zwei letzten Kolumne habe ich aus den angegeben Werthen für die Sonnenkoordinaten berechnet.

Die rechtwinkligen Koordinaten ξ, η, ζ im beweglichen Koordinatensystem habe ich dann aus den Formeln

$$\xi = \rho \cos\beta \cos(\lambda - \odot),$$
$$\eta = \rho \cos\beta \sin(\lambda - \odot),$$
$$\zeta = \rho \sin\beta$$

berechnet. Ich erhalte somit

	ξ	η	ζ
Jan. 28	+ 0,1922	— 0,0107	— 0,0531
Febr. 13	+ 0,1872	— 0,0290	— 0,0448
Febr. 29	+ 0,1799	— 0,0469	— 0,0360.

Hieraus wird für

$$\frac{ds}{dt} = \sqrt{\left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2}$$

der Werth

$$\frac{ds}{dt} = 0{,}00131 \text{ Erdbahnhalbmesser / mittleren Tag}$$

erhalten.

In *Hill*'schen Einheiten ist somit

$$\frac{ds}{dt} = 1{,}768\ H.\ E.$$

Wird dieser Werth in die Formel

$$C = \frac{2}{\rho} + 3\,\xi^2 - \zeta^2 - \left(\frac{ds}{dt}\right)^2$$

eingesetzt, erhalten wir somit

$$C = 2{,}529.$$

Die *Hill*'sche Grenzkurve ist also *nicht* geschlossen.

Man ist also in Bezug auf Jupiter vorläufig auf zwei Alternativen hingewiesen. Entweder ist der achte Jupitermond ein fremder, von Jupiter eingefangener Körper, in welchem Falle die ursprüngliche Rotationsrichtung Jupiters — so viel man nach dem 6:ten und dem 7:ten Jupitermond beurtheilen kann — eine *direkte* wäre. *Oder* der achte Jupitermond gehört von Anfang an zum Jupitersystem.

Im letzteren Falle können die Erscheinungen im Jupitersystem etwa in folgender Weise aufgefasst werden:

Der Planet Jupiter hat im Anfange eine retrograde Rotation gehabt, in ähnlicher Weise wie Saturn (und wahrscheinlich auch Uranus und Neptun). Zu dieser Zeit wurden sämtliche 8 Jupitersatelliten gebildet, welche dann in retrograder Richtung um den Hauptplaneten kreisten. Der 6:te und 7:te Jupitermond befanden sich dann in einem Abstand von Jupiter *kleiner* als 36,41 Jupiterhalbmesser (in welchem Abstande $s_1 : s_2 = 1$ ist), wogegen der Abstand des achten Mondes grösser als dieser Abstand war. Jupiter hat nun allmählich die Richtung seiner Rotationsachse geändert und zwar sind dann der 6:te und 7:te Jupitersatellit den Bewegungen des Jupitersekvators gefolgt, wogegen der 8:te Mond nur unbedeutend die Lage seiner Bahnebene geändert hat. *Nachdem* die Umkippung der Rotationsachse stattgefunden hat und die Rotationsrichtung Jupiters eine direkte geworden ist, haben der 6:te und der 7:te Jupitersatellit den kritischen Abstand — 36,41 Jupiterhalbmesser — überschritten und allmählich ihre jetztigen Abstände (161,6 und 165,6 Jupiterhalbmesser) erreicht. Diese Vergrösserung der Abstände der Satelliten vom Hauptplaneten ist, wie *Darwin* gezeigt hat, eine einfache Folgerung aus der Fluteinwirkung der Satelliten auf den Planeten, vorausgesetzt, dass Jupiter, zur Zeit, als die »Umkippung» stattfand, sich noch in plastischem Zustande befunden hat.

Etwa in dieser Weise würden die Verhältnisse im Jupitersysteme zu erklären sein, wenn wirklich der neuentdeckte 8:te Jupitermond ursprünglich zum Jupitersystem gehört. Diese Erklärung wäre besonders deswegen intressant, weil man dann im Stande wäre aus der Vergrösserung des Abstandes des siebenten Satelliten vom Hauptplaneten das Alter des Jupitersystems zu berechnen.

10. **Einfluss der Satelliten auf die Præcessionsbewegung des Hauptplaneten.** Das Hauptglied im Ausdrucke für die Præcession eines Planeten ist proportional dem Quadrate des Cosinus des Winkels, welchen der Radius Vector des störenden Körpers (vom Centrum des rotirenden Körpers gezogen) mit der Rotationsachse bildet, vorausgesetzt dass die Aberration der Figurachse gleich Null ist. Wenn der Satellit sich in der Ekvatorsebene des Hauptplaneten bewegt, so ist seine Einwirkung auf die Præcession des Planeten also gleich Null. Man wäre geneigt hieraus den Schluss zu ziehen, dass die grosse Mehrzahl der Satelliten keinen Einfluss auf die Rotation ihrer Hauptplaneten ausüben. Da aber die Abplattung der Planeten (in verschiedenen Fällen) verursacht dass diese Satelliten den Bewegungen des Ekvators Folge leisten, so ist andererseits klar, dass die Satelliten ihrerseits eine Rückwirkung auf die Bewegung des Ekvators ausüben müssen.

In welche Richtung geschieht diese Rückwirkung? Verursachen die Satelliten eine Beschleunigung oder eine Retardation der durch die Sonne hervorgebrachte Præcession des Planetenekvators?

Sieht man von der Einwirkung des abgeplatteten Ekvators auf die Satellitenebenen ab, und nimmt nur die Einwirkung der Sonne im Betracht, so würden

durch die Anziehung der Sonne sowohl der Knoten des Ekvators wir die Knoten der Bahnebenen der Satelliten eine rückläufige Bewegung auf der Planetenebene erhalten. *Für sämmtliche Satelliten im Planetensystem ist die rückläufige Bewegung der Satellitenebenen grösser als die entsprechende Bewegung des Ekvators des Hauptplaneten.* Man findt dies direkt auf Tafel I, wenn man bemerkt — wie in § 7 schon bewiesen worden ist — dass $s_1 \cos i$ eben diese rückläufige Bewegung bezeichnet, welche der Knoten der Satellitenbahn erhalten würde, wenn die Sonne allein auf den Satelliten einwirken würde. Die Zeiteinheit in der genannten Tafel ist ein mittlerer Sonnentag. Wird das Julianische Jahr als Einheit genommen — wie in den Ausdrücken für die Præcession (Meddelande N:o 39) — so müssen diese Zahlen also mit 365,25 multiplicirt werden. Man findet z. B., dass die tägliche Bewegung des Knotens des Erdmondes gleich 199″,06 (die strenge Zahl unter Berücksichtigung der Exentricität u. s. w. ist 190″,7) ist, wogegen die Præcession des Erdekvators in Folge der Anziehung der Sonne 0″,044 beträgt. Die tägliche Bewegung der Marstrabanten in Folge der Anziehung der Sonne würde 0″,657 *bez.* 2″,599 (mal cos 24°,87) betragen, wogegen die tägliche Bewegung des Marsekvators nur 0″,017 beträgt. Ähnliches findet man für die Satelliten der anderen Planeten.

Man kann übrigens dies direkt aus den Praecessionsformeln ableiten. Es ist nämlich (Meddel. N:o 39)

$$\text{Praecession des Ekvators} = \frac{3}{2}\frac{N^2}{\omega}\cos\varepsilon\,\frac{C-A}{A} = p,$$

$$s_1 \cos i = \frac{3}{4}\frac{N^2}{n}\cos i,$$

So dass $p < s_1 \cos i$ ist (vorausgesetzt dass $i = \varepsilon$ gesetzt wird), wenn

$$2n\,\frac{C-A}{A} < \omega \tag{48}$$

ist. Im Besonderen ist diese Ungleichkeit erfüllt, wenn $(C-A):A < 1:2$ und $n < \omega$ ist, welche Relationen für alle Satelliten mit Ausnahme von *Phobos* erfüllt sind. Für *Phobos* ist indessen auch die Relation (48) befriedigt.

Da die Sonne mithin die Knoten der Satellitenbahnen schneller bewegt (oder zu bewegen sucht) als den Knoten des Ekvators, andererseits aber in Folge der Abplattung die Satelliten sehr nahe in der Ebene des Ekvators behalten werden (für die meisten Satelliten), so folgt, dass die Anziehung der Satelliten eine *Beschleunigung* in der Praecessionsbewegung des Ekvators hervorrufen muss*). Für solche Satelliten (wie z. B. für den Erdmond), die nicht in der Ekvatorsebene zurückbehalten werden, ist natürlich diese beschleunigende Einwirkung auf die Praecession noch grösser. Für die Erde ist ja sogar die Einwirkung des Mondes auf die Praecession grösser als die Einwirkung der Sonne.

---

*) In meinem Aufsatze »Contributions to the astronomical theory of an ice age» (Meddel. II, N:o 3) habe ich irrthümlicherweise diese Einwirkung als eine Retardation geschätzt.

Der numerische Betrag dieser Beschleunigung lässt sich in folgender Weise berechnen.

Das Potential U des Satelliten auf den Planeten, in so fern die Rotation allein in Betracht kommt, hat den genäherten Ausdruck

$$U = -\frac{3}{2}\frac{\mu}{r^3}(C - A)\cos^2\gamma,$$

wo μ die Masse des Satelliten bezeichnet. Es ist aber

$$\frac{\mu}{r^3} = \frac{\mu}{m+\mu}\frac{m+\mu}{r^3} = \frac{\mu}{m+\mu}n^2,$$

wo m die Planetenmasse ist. Also ist genähert

$$U = -\frac{\mu}{m}\frac{3}{2}n^2(C - A)\cos^2\gamma.$$

Hier ist γ der Winkel zwischen dem Radius Vektor des Satelliten und der z-Achse des Planeten. Nach Meddel. N:o 31 hat man

$$\cos\gamma = \cos b\,[\sin\theta_0(\sin u_3\cos u'_3 - \cos u_3\sin u'_3\cos\varepsilon) - \cos\theta_0\sin\varepsilon\sin u'_3]$$
$$+ \sin b\,[\cos\theta_0\cos\varepsilon - \sin\theta_0\sin\varepsilon\cos u_3].$$

Der Winkel θ_0 zwischen der Centralachse und der z-Achse, den ich die *Aberration* der Figurachse genannt habe, ist für sämmtliche Planeten mit Ausnahme der Erde unbekannt, kann aber nicht viel von Null abweichen. Wird $\theta_0 = 0$ gesetzt, erhalten wir

$$\cos\gamma = -\cos b\sin\varepsilon\sin u'_3 + \sin b\cos\varepsilon \tag{49}$$

Für $\theta_0 = 0$ hat man aber (Meddel. N:o 31 (25)).

$$\psi = -u_3$$

und weiter ist

$$\psi = -\Omega_0 - 180^0,$$

so dass

$$u'_3 = -\lambda + \Omega_0 + 180^0$$

ist und also

$$\cos\gamma = -\sin\varepsilon\cos b\sin(\lambda - \Omega_0) + \cos\varepsilon\sin b.$$

Zwischen der Länge in der Bahn L und der Länge des Satelliten in der Planetenebene λ bestehen die Relationen

$$\sin(L - \Omega)\sin i = \sin b,$$
$$\sin(L - \Omega)\cos i = \cos b\sin(\lambda - \Omega),$$
$$\cos(L - \Omega) = \cos b\cos(\lambda - \Omega),$$

durch welche die Breite b des Satelliten aus dem Ausdruck (49) für $\cos\gamma$ eliminirt werden kann. Man erhält dann

$$\cos\gamma = -\sin\varepsilon\cos(\Omega - \Omega_0)\sin(L - \Omega)\cos i$$
$$- \sin\varepsilon\sin(\Omega - \Omega_0)\cos(L - \Omega)$$
$$+ \cos\varepsilon\sin(L - \Omega)\sin i$$

in welche Ausdrücke man statt Ω_0 dem Werth $u_3 - 180^0$ einzuführen hat.

Nach Meddel. N:r 31 lauten die Differentialgleichungen

$$\frac{d\alpha_3}{dt} = \frac{\partial H}{\partial u_3}, \quad \frac{du_3}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial \alpha_3}, \tag{50}$$

wo

$$H = \frac{\mu}{m} \frac{3}{2} n^2 (C - A) \cos^2 \gamma$$

und $\alpha_3 = - C\omega \cos \varepsilon$ ist.

Wir haben in den vorhergehenden Paragraphen gefunden, dass der Satellit sich in einer Ebene bewegt, die eine nahe konstante Neigung gegen *die intermediäre Ebene* besitzt und deren Knoten sich nahe mit konstanten Geschwindigkeit auf dieser Ebene rückwärts bewegt. Die mittlere Neigung der Satellitenbahn fällt also mit der Neigung der intemediären Ebene zusammen. Der Knoten der intermediären Ebene fällt, wenn ε konstant ist, mit Ω_0 zusammen.

Wir können also bei der Betrachtung der *sekulären* Änderungen des Planetenekvators die Neigung ι gegen die intermediäre Ebene gleich Null setzen. Man hat dann

$$\Omega = \Omega_0$$

und

$$\cos \gamma = \sin (i - \varepsilon) \sin (L - \Omega_0),$$

so dass

$$\cos^2 \gamma = \frac{1}{2} \sin^2 (i - \varepsilon) - \frac{1}{2} \sin^2 (i - \varepsilon) \cos 2 (L - \Omega_0),$$

und der sekulare Theil lautet

$$[\cos^2 \gamma] = \frac{1}{2} \sin^2 (i - \varepsilon)$$

so dass in (50)

$$\frac{1}{C\omega} H = \frac{3}{4} \frac{\mu}{m} \frac{n^2}{\omega} \frac{C - A}{C} \sin^2 (i - \varepsilon) \tag{51}$$

zu setzen ist. Folglich ist

$$\frac{d\alpha_3}{dt} = 0$$

$$\frac{d\Omega_0}{dt} = \frac{du_3}{dt} = -\frac{\partial \frac{1}{C\omega} H}{\sin \varepsilon \, \partial \varepsilon} = \frac{3}{4} \frac{\mu}{m} \frac{n^2}{\omega} \frac{C - A}{C} \frac{\sin 2 (i - \varepsilon)}{\sin \varepsilon}$$

Was i betrifft, so ist in diesem Falle $i = E_1$ und nach (12) hat man

$$\varepsilon - E_1 = E_2$$

und

$$\sin 2 E_1 = \frac{s_1 \sin 2 \varepsilon}{\sqrt{s^2_1 + s^2_2 + 2 s_1 s_2 \cos 2 \varepsilon}}$$

so dass

$$\frac{d\Omega_0}{dt} = -\frac{3}{2}\frac{\mu}{m}\frac{n^2}{\omega}\frac{C-A}{C}\frac{s_1 \cos \varepsilon}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2 s_1 s_2 \cos 2\varepsilon}}$$

Die Praecession p in Folge der Anziehung der Sonne ist

$$p_\iota = -\frac{3 N^2}{2 \omega}\frac{C-A}{C}\cos \varepsilon,$$

so dass

$$\frac{d\Omega_0}{dt} = \frac{\mu}{m}\frac{n^2}{N^2} p \frac{s_1}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2 s_1 s_2 \cos 2\varepsilon}}$$

Ist $s_1 : s_2$ sehr klein, so hat man also

$$\frac{d\Omega_0}{dt} = \frac{\mu}{m}\frac{n^2}{N^2}\frac{s_1}{s_2} p, \tag{52}$$

ein Ausdruck, den wir auch in der Form

$$\frac{d\Omega_0}{dt} = \frac{5}{4}\frac{\mu}{m}\frac{a^2}{a_1^2}\frac{A}{C-A} p \tag{53}$$

schreiben können.

Diese Ausdrücke für die durch die Anziehung eines Satelliten hervorgebrachte Præcession des Planetenekvators sind für solche Satelliten gültig, die der Bewegung des Ekvators folgen (also für die Marssatelliten, die 5 inneren Jupitersatelliten u. s. w.).

Ist dagegen s_1 gross in Verhältniss zu s_2, so erhalten wir

$$\frac{d\Omega_0}{dt} = \frac{\mu}{m}\frac{n^2}{N^2} p, \tag{54}$$

welcher Ausdruck für solche Satelliten gültig sind, die den Bewegungen des Ekvators *nicht* folgen (also für den Erdmond, den 6:ten, 7:ten, 8:ten Jupitermond u. s. w.).

Beispielsweise hat man für den Erdmond

$$\text{Mondpræcession} = 2{,}206\ p_\odot,$$

Für den Saturnsatellit *Titan* erhält man aus (53), indem nach *H. Struve*

$$\frac{\mu}{m} = \frac{1}{4700}$$

gesetzt wird

$$\text{Saturnpræcession durch Titan} = 1{,}2\ p_\odot.$$

Die Formel (53) zeigt, dass für diese Satellitengruppe — ich nenne sie kurz Gruppe A — *die Præcession in Folge der Anziehung eines Satelliten proportional der zweiten Potenz des Abstands des Satelliten vom Hauptplaneten wächst.* Dieser scheinbar paradoxale Satz findet dadurch ihre Erklärung, dass nach (12) und (4) für diese Gruppe der Winkel E_2 zwischen der Satellitenebene (strenger der intermediären Ebene) und dem Planetenekvator proportional der fünften Potenz von a wächst.

Für die Satelliten der Gruppe B (welche der Bewegung des Ekvators des Hauptplaneten *nicht* folgen) *ist dagegen die Præcession in Folge der Anziehung der Satelliten umgekehrt proportional der dritten Potenz des mittleren Abstands des Satelliten von seinem Hauptplaneten.* Dies geht unmittelbar aus der Formel (54) hervor (man hat $n^2 : N^2 = mA^3 : Ma^3$).

Für beide Gruppen ist natürlich die Præcession proportional der Masse des Satelliten.



LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 4. Nr 5.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 19. Nr 5.

UNTERSUCHUNGEN

VON

ELEKTRISCHEN SCHWINGUNGEN DRITTER ART IN EINEM LICHTBOGEN

VON

MANNE SIEGBAHN

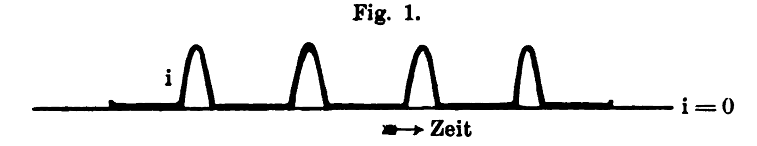
LUND 1909
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Verbindet man die beiden Polen eines Gleichstromlichtbogens mit einem Schwingungskreise aus Kapazität und Selbstinduktion, so entstehen elektrische Schwingungen, welche sich folgendermassen gruppieren lassen[1]):

1. Art: Der Gleichstrom im Lichtbogen wird von einem sinusförmigen Wechselstrom überlagert.

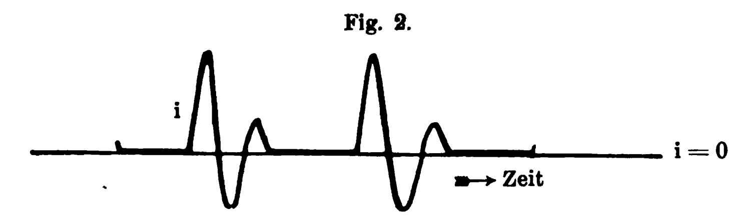
2. Art: Die Amplituden des Wechselstromes werden so gross, dass der Lichtbogen jedesmal erlischt wenn die Stromamplitude sich dem Minimum nähert. Graphisch ist der Stromverlauf im Fig. 1. gezeichnet.

Fig. 1.



3. Art: Die Amplituden des Wechselstromes werden noch grösser, so dass ein Wiederentzünden in der entgegengesetzten Richtung möglich ist. Der Stromverlauf ist dann wie in Fig. 2.

Fig. 2.



Schon aus der gegebenen Entwicklung geht deutlich hervor, dass die Verwandtschaft zwischen den Schwingungen 2. und 3. Art viel grösser ist, als zwischen denen 1. Art und einer der beiden anderen. Schwingungen 3. Art können sehr leicht in solche 2. Art übergehen nur dadurch, dass die Wiederentzündung des Lichtbogens in entgegengesetzter Richtung verhindert wird, z. B. durch Kühlung der Anode. Wie man mit dem Oscillographen beobachten kann, wechseln that-

---

[1]) BARCKHAUSEN: Problem der Schwingungserzeugung. BLONDEL: L'Eclairage électrique 44, 1905.

sächlich diese Schwingungen sehr oft mit einander ab. In einer Arbeit von H. Th. Simon [1]) ist ein derartiges Oscillogramm reproduziert.

Ein solcher, aber nur scheinbarer, Uebergang von der 2. zur 1. Art kann durch ein Immernäheraneinanderrücken der Schwingungsbauchen 2. Art erhalten werden. Der so erhaltene sinusförmige Strom ist mit dem der 1. Art nur formal identisch. Es steht jedoch fest, dass diese Strombauchen die ersten Halbschwingungen einer gedämpften Sinusschwingung sind. Bei den Schwingungen 1. Art ist immer angenommen worden, dass der Lichtbogen Energie abgebe und so die Sinusform aufrecht halte; da dies bei den Schwingungen 3. und also auch 2. Art (die, wie erwähnt, nur ein Spezialfall der 3. ist) nicht der Fall ist, können diese Grenzformen 1. und 2. Art nicht identisch sein.

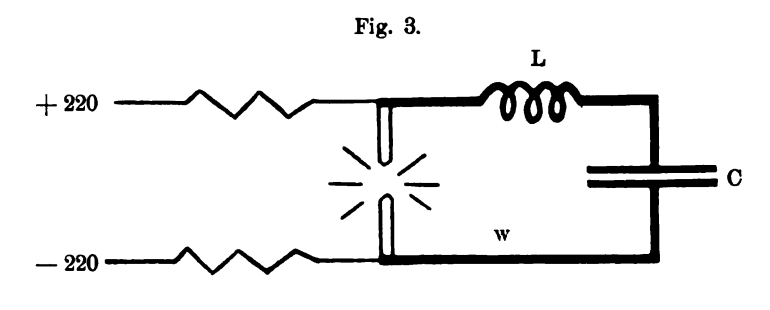
Es scheint mir daher zweckmässiger, diese Schwingungen in zwei Gruppen zu teilen: *freie* und *erzwungene* Schwingungen. Diejenige der letzteren Gruppe entsprechen Schwingungen 1. Art; in diesem Falle ist eine Rückwirkung des Gleichstroms auf die Schwingungen zu beobachten. Bei freien Schwingungen, umfassend die 2. und die 3. Art ist ein derartiger Einfluss nicht zu bemerken.

Benischke behauptet [2]), dass die Poulsensche Schwingungen, welche umzweifelhaft mit denen der 2. Art identisch sind, erzwungene Schwingungen seien. In seiner Erklärung legt B. dem von Poulsen benutzten Magnetfeld eine wesentliche Bedeutung bei. Der aufsteigende Zweig der Stromstärke ist nach B. nur eine gewöhnliche, aperiodische Stromsteigerung, welche fortschreitet, bis der Elektromagnet hinreichend kräftig geworden ist, um seinen Einfluss geltend zu machen; dann erlischt der Lichtbogen und der Strom sinkt aperiodisch auf Null. Da jedoch das Magnetfeld für das Hervorbringen des Phänomens keine *wesentliche* Rolle spielt, ist die Auseinandersetzung umbegründet und B's Behauptung, dass die Schwingungen erzwungene seien, als unbewiesen anzusehen.

Freie Schwingungen im Lichtbogen.

Schwingungen 2. und 3. Art lassen sich mathematisch folgendermassen, als eine gewöhnliche periodische Entladung des Kondensators, formulieren:

Fig. 3.



Angenommen L, C und w seien Selbstinduktion, Kapazitäten und Ohmscher Widerstand des Schwingungskreises, dann ergeben die Bedingungen folgende Differentialgleichung

[1]) H. Th. Simoe: Jahrb. d. drahtl. Telegraphie Bd 1, H. 1.

[2]) Benischke: Die wissenschaftliche Grundlagen der Elektrotechnik.

$$E = iw + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i dt,$$

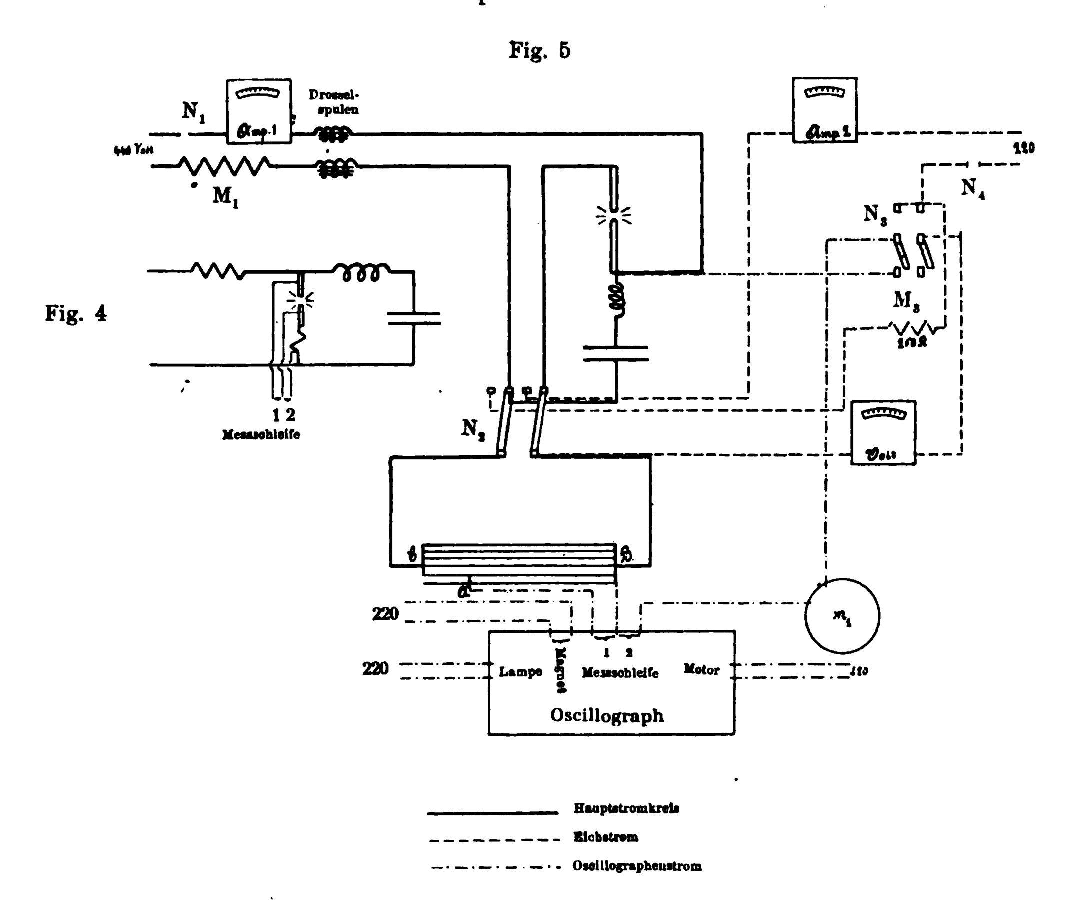
welche dem Integral

$$i = \frac{2E.C}{\sqrt{4LC - w^2C^2}} e^{-\frac{w}{2L}t} \sin\frac{4LC - w^2C^2}{2LC} t$$

entspricht:

Diese Gleichung stellt eine gedämpfte Sinusschwingung dar, ist also für die Schwingungen 2. und 3. Art geltend, d. h. für freie Schwingungen. Um Schwingungen 1. Art darzustellen, ist es notwendig, mit $e^{-\frac{w}{2L}}$ zu multiplizieren, was einer elektromotorischen Kraft im Lichtbogen entspricht, die genau den Energieverlust durch Joulesche Wärme kompensiert.

Fig. 5



Obgleich es also zwischen Schwingungen 2. und 3. Art keinen wesentlichen Unterschied giebt, ist die Untersuchungsmethode mit Braun'scher Röhre nur auf die Schwingungen 2. Art verwendbar. Dies ist dadurch erklärbar, dass die letzteren sich ganz analog wiederholen, was bei Schwingungen 3. Art nicht der Fall ist. Dagegen ist die Oscillographmethode bei beiden Arten verwendbar, vorausgesetzt dass die Schwingungen nicht zu schnell sind.

Untersuchungsmethode.

Bei den hier vorliegenden Untersuchungen über freie Schwingungen (3. Art) im Lichtbogen wurde zum Aufzeichnen von Strom und Spannung ein Duddel'scher Oscillograph von Siemens & Halske in Berlin verwandt. Bei den in Frage kommenden Frequenzen (300 bis 600 ganze Schwingungen pro Sek.) kommen die Eigenschwingungen der Messschleifen nicht in Betracht. Zum photographischen Registrieren wurde Schauffelen's hochempfindliches Negativ-Papier N:r 1080 benutzt.

Nach den so gefundenen Strom- und Spannungskurven sind später die Charakteristiken gezeichnet und mit denen der Wechselstromlichtbogen vergliechen worden.

Das Schaltungsschema zeigen die Fig. 4 und 5.

Da die Stromstärke im Schwingungskreis bis 12 Amp. steigen konnte, war es notwendig, in grossen Zwischenräumen den Widerstrand *CAB*, von welchem der Strom nach Messschleife 2 abzweigte, zu verändern, ohne zuviel Widerstand in den Schwingungskreis einzuführen. Dieser Widerstand bestand daher aus mehreren parallel laufenden Drähten, von welchen einer oder mehrere ausgeschaltet werden konnten. Den für die Messschleife bestimmten Strom zweigte man von einem der Drähte ab. Die Messschleife 1 wurde durch Vorschaltung eines grossen Widerstandes zum Spannungsmesser eingerichtet. Es erwies sich, dass bei zu grosser Verminderung dieses Widerstandes in der Absicht grösseren Ausschlag zu bekommen die dämpfende Wirkung so gross wurde, dass die Schwingungen aufhörten.

Der Strom im Schwingungskreis konnte durch die Stromschlüssel N_2 und N_3 gegen einen stationären Eichstrom vertauscht werden.

Die Oscillogramme.

Trotz mehrerer sorgfältiger Justierungen der optischen Systeme zeigten die Nullpunkte dennoch Geneigtheit, sich während der Benutzung des Apparates gegeneinander zu verschieben. Um nicht bei jedem Versuche diese Justierung bewerkstelligen zu brauchen, habe ich vorgezogen, auf jedem Oscillogram, unmittelbar nachdem Strom und Spannung aufgenommen waren, die Nullpunkte der Spannung zu registrieren. Die Stromnulllinie war schon im Schwingungsoscillogramme abzulesen. Um diese Nulllinie nicht nochmals mit der Nulllinie der Spannung registrieren zu müssen, was sehr oft die letztere unscharf gemacht hätte (wie z. B. im Pl. 17 b, wo die Stromnulllinie zweimal registriert ist; siehe dagegen Pl. 18) habe ich den *Eichstrom* in die *Strom*schleife hineingelassen. Nachdem die beiden Nulllinien registriert waren, wurde der Eichstrom aufgenommen.

Ein typisches Oscillogramm zeigt Pl. 18. Hier ist die Registrierung in 3 Abteilungen vorgenommen

A. Stromstärke und Spannung der Schwingungen

B. Nulllinie der Spannung, und Stromstärke des Eichstroms (2 Amp.)

C. Stromstärke und Spannung des Eichstroms (2 Amp. 225 Volt).

Die Stromstärke des Eichstroms ist also zweimal aufgenommen, was auch aus der Lichtstärke ersichtlich ist. Von einer Verschiebung während der beiden Aufnahmen ist nichts zu sehen.

Jedes Oscillogram ist folgendermassen annotiert worden:

Pl. 18.

Dochtkohle 5 mm.
Zündung: mit Teslaapparat
Spannung: 440 Volt.

$M_1 = 2440\ \Omega$
$L = 0{,}008$ H
$C = 9.$ M. F.
$M_2 = 4000\ \Omega$

Eichstrom: 2 Amp.
225 Volt.

Was die Zündung mit Teslaapparat betrifft, so war diese, wie zu erwarten, nicht zweckmässig. Es kommt darauf an, dass die hochfrequente Funkenstrecke, deren beide Elektroden neben den Kohlelektroden gestellt wurden, einen Durchschlag der Lichtbogenstrecke bewirkte, ehe die Kondensatorspannung hinreichend gross war, um mehrere Schwingungen vor dem Erlöschen ausführen zu können. Daneben ist es auch möglich, dass die hochfrequente Funkenstrecke durch Ionisation die Verhältnisse im Lichtbogen kompliziert.

Die Zündung wurde deshalb im allgemein folgendermassen bewerkstelligt. Man stellte die Kohlelektroden in solchem Abstande von einander ein, dass der Lichtbogen bei der Exposition der Oscillogramme durch ein schwaches Schütteln des Apparates entzündet werden konnte. Hierdurch war es möglich, die Lichtbogenlänge bei einer Serie beizubehalten. Ferner waren die Elektroden bei der Aufnahme nicht vorher erhitzt worden, was auch von grosser Bedeutung ist. Wie Oscillogram 17 b zeigt, sind die Schwingungen sehr verschieden, wenn der Lichtbogen eine längere Zeit gebrannt hat. Die erste Wirkung ist alsdann natürlich die, dass die Zündspannung wesentlich sinkt, was wiederum die Amplituden vermindert und dadurch auch die Anzahl der Schwingungen.

Die dritte der bei gefügten Platten (N:r 8) ist eine Aufnahme des Strom- und Spannungsverlaufes, wenn die Elektroden in Berührung gebracht wurden. Sie ist »auf Zeit» genommen, d. h., der Schirm vor der photographischen Trommel wurde entfernt; alsdann erst brachte man die Elektroden zum gegenseitigen Berühren, worauf der Schirm wieder vorgezogen wurde. Auf dieser Art sind Strom- und

Spannung eine Zeitlang vor und nach der Entladung der Kondensatoren registriert worden, wodurch die Dunkelkeit der Platte entstand. Wie ersichtlich, ist die Dämpfung hierbei viel geringer als gewöhnlichenfalls. Es sind hier 9 deutliche Schwingungen zu sehen, während auf anderen Platten nur 3 bis 5 zur Entwicklung kommen.

Ich habe die Dämpfung nach mehreren Methoden zu vermindern versucht: durch Anwendung verschiedener Kohlensorten und durch Verminderung des Ohm'schen Widerstands im Schwingungskreis. Die wesentliche Ursache der Dämpfung scheint jedoch im Lichtbogen zu liegen; für diesen Umstand spricht auch die Platte 8.

Auch die Einschaltung der Spannungsmessschleife führt einen bedeutenden Energieverbrauch mit sich. Etwa 2 Halbschwingungen gehen dadurch verloren.

Mit Dochtkohlen von 12 mm habe ich die besten Resultate bekommen und diese sind deshalb bei der endgültigen Serie angewandt worden. Die Selbstinduktionsspulen waren aus 2 mm dickem Kupferdraht.

Veränderung des Widerstandes m.

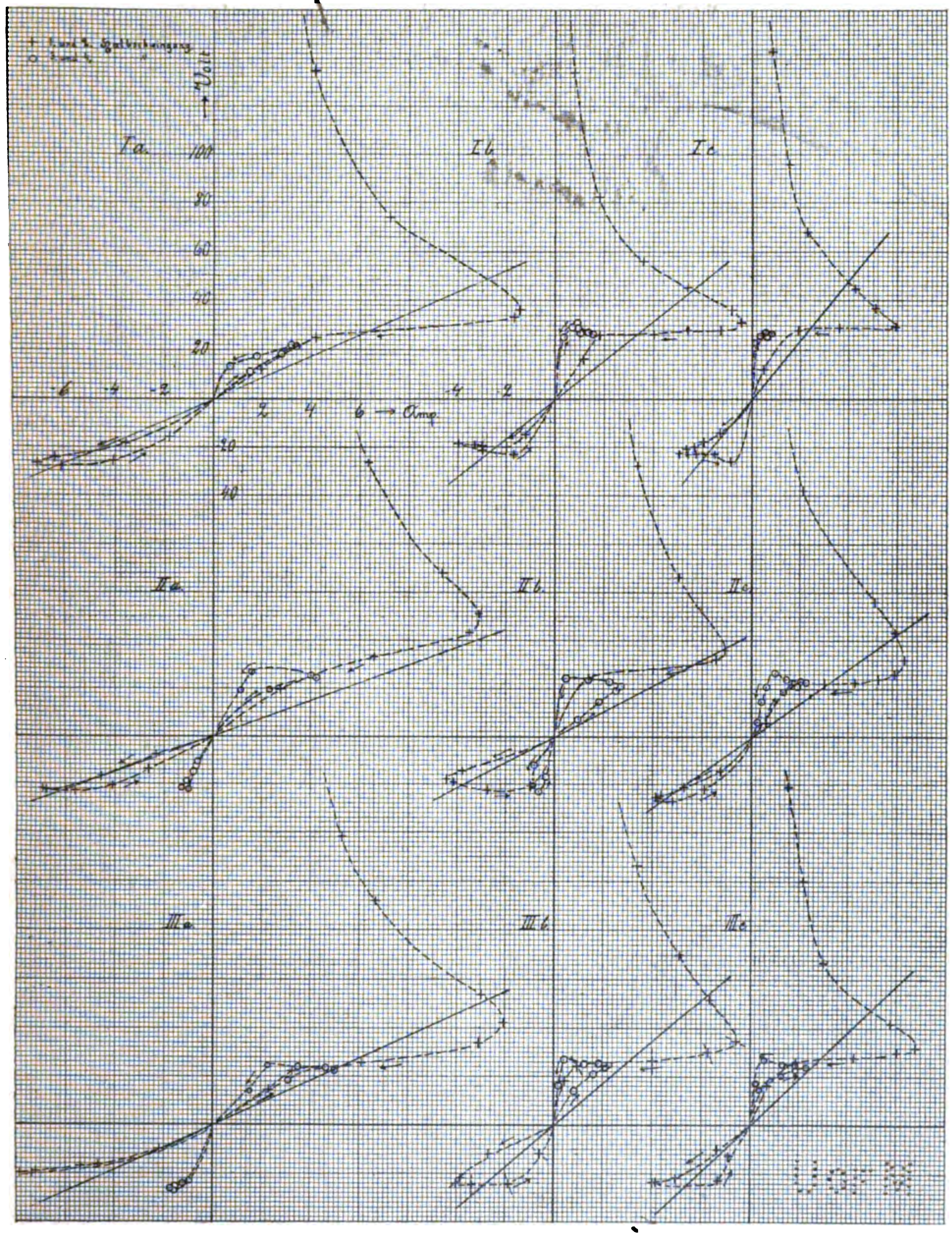
Wie aus den Oscillogrammen ersichtlich ist, hat die Veränderung des Vorschaltwiderstandes keinen direkten Einfluss auf die Schwingungen. Sie bewirkt nur, wie auch zu erwarten ist, eine Veränderung der aperiodischen Ladungszeit der Kondensatoren. Durch Verminderung des Widerstandes beginnt eine Tendenz Schwingungen 2. Art zu entwickeln, was sich daraus erklären lässt, dass die Schwingungen näher aneinander rücken und somit ein Durchschlagen des Lichtbogens erleichtern. Die Kondensatoren werden dabei nicht hinreichend geladen um mehrere Schwingungen ausführen zu können.

Kapazität und Selbstinduktion im Schwingungskreis.

Vom grössten Einfluss bei diesen Schwingungen sind neben dem eigentlichen Lichtbogen Kapazität und Selbstinduktion im Schwingungskreis. Um die Bedeutung dieser Faktoren zu studieren habe ich eine Serie Oscillogramme aufgenommen, die aus 9 Platten mit nachstehenden Nummern, Bezeichnungen, Kapazitäten und Selbstinduktionen bestehen:

	a.	*b.*	*c.*
I	Pl. 20 $L = 0{,}004$ H $C = 35$ M.F	Pl. 19 $L = 0{,}008$ H $C = 35$ M.F	Pl. 21 $L = 0{,}012$ H $C = 35$ M.F
II	Pl. 24 $L = 0{,}004$ H $C = 25$ M F	Pl. 23 $L = 0{,}008$ H $C = 25$ M.F	Pl. 22 $L = 0{,}012$ H $C = 25$ M.F
III	Pl. 27 $L = 0{,}004$ H $C = 15$ M.F	Pl. 26 $L = 0{,}008$ H $C = 15$ M.F	Pl. 25 $L = 0{,}012$ H $C = 15$ M.F

Die Charakteristiken der Schwingungen.



Håkan Ohlssons boktr., Lund.

Die übrigen Bedingungen sind für alle diese Platten diegleichen:

Dochtkohle 12 mm.

Zündung: durch Schüttelung

Lichtbogenlänge: c:a 0,1 mm.

$M_1 = 2200\ \Omega$

$M_2 = 4000\ \Omega$

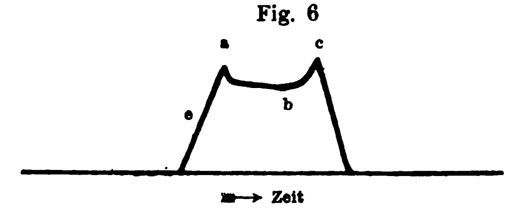
Der Eichstrom war bei

I 3 Amp,
220 Volt.

II u. III 2 Amp.
225 Volt.

Die Ausmessung der Platten geschah mit einem Stellarphotogrammeter. Bei diesem Apparat war es möglich, eine kleine Phasenverschiebung zwischen Spannung- und Stromkurve Rechnung zu tragen. Die Messungen sind so ausgeführt worden, dass das in zwei, gegen einander senkrechten Richtungen verschiebbare Fadenkreuz bei Verschiebung in der einen Richtung mit der Nulllinie parallel lief: in der andern die Ordinaten der Kurven angab. Im allgemein habe ich Strom und Spannung jedes halbes Millimeter abgelesen; jedoch immer die singulären Punkte ausgemessen. Wenn z. B. die Spannungskurve nachstehendes Aussehen (vom Wechselstromlichtbogen bekannt) hat,

Fig. 6



sind besonderes die Punkte *a*, *b*, *c* ausgemessen.

Aus den so erhaltenen, zusammengehörigen Werten von Strom und Spannung, in Amp. bezw. Volt mittels Eichstroms reduziert, habe ich auf nachfolgender Planche die Charakteristiken zusammengestellt.

Beim Transformieren der abgelesenen Werte in Amp. und Volt habe ich wie gebräuchlich den Ausschlag proportional der Stromstärke angenommen. Die Zifferrechnungen wurden mit Machine ausgeführt.

Die Tabellen enthalten:

1. Kolumne: Ablesung der Nulllinie (Abscisse)
2. » Die Ordinate der Spannung (e)
3. » Spannung in Volt, aus der Formel $(e-e_0)\,\frac{220}{e_{220}}$ erhalten
4. » Die Ordinate der Stromstärke (s)
5. » Stromstärke in Amp., aus der Formel $(s-s_0)\,\frac{3}{s_3}$ erhalten.

Die verschiedenen Schwingungen sind durch Linien getrennt. Die letzte Ablesung in der ersten Kolumne entspricht dem Endpunkt der Schwingung

I a [Pl. 20].

$s_0 = 137{,}17$ $\quad s_8 = 126{,}89 - s_0 = 10{,}28$
$e_0 = 136{,}02$ $\quad e_{220} = 91{,}01 - e_0 = 45{,}01$

97,78	87,93	235	137,17	0
98,58	98,24	185	141,68	1,3
99,27	108,58	134	151,46	4,2
100,05	120,98	74	162,31	7,3
102,58	128,06	39	180,57	12,7
102,97	128,61	36	179,61	12,4
104,72	129,82	30	167,51	8,9
105,79	130,83	25	151,62	4,2
106,58	133,29	13	144,11	2,0
108,52	139,80	18	124,68	3,6
110,16	140,94	24	115,64	6,3
111,20	141,39	26	113,61	6,9
112,25	141,77	28	116,27	6,1
113,52	141,21	25	123,06	4,1
114,58	139,55	17	130,47	1,96
116,40	133,83	11	142,44	1,54
117,41	132,34	18	146,34	2,68
118,40	131,54	22,0	148,34	3,26
119,12	131,47	22,2	149,12	3,49
119,85	131,68	21	148,90	3,48
122,17	132,54	17	143,85	1,80
123,47	133,76	13	139,86	0,64
124,19				

I b [Pl. 19].

$s_0 = 148{,}52$ $\quad s_8 = 137{,}98 - s_0 = 10{,}54$
$e_0 = 147{,}16$ $\quad e_{220} = 102{,}09 - e_0 = 45{,}07$

212,05	105,53	203,6	148,52	0
212,67	112,88	167,6	149,85	0,38
213,32	119,85	133,5	151,88	0,82
214,06	130,34	82,2	154,85	1,80
215,15	135,40	57,5	161,27	3,63
216,26	137,98	44,9	167,58	5,43
218,84	139,90	35,5	173,89	7,23
219,35	140,86	30,8	175,41	7,66
221,12	141,85	28,4	171,99	6,67
222,07	141,40	28,2	167,65	5,45
223,12	141,69	26,7	162,65	4,08
224,51	141,86	25,9	154,78	1,78
224,94	144,07	15,1	152,76	1,21
226,70	150,24	15,1	144,46	1,16
227,54	151,32	20,3	141,34	2,05
228,62	151,20	19,8	138,21	2,96
229,30	151,04	19,0	136,85	3,33
231,37	150,98	18,7	134,52	3,99
233,89	151,47	21,1	137,75	3,07
235,63	151,86	23,0	142,70	1,66
238,00	143,07	20,0	148,74	0,06
238,73	142,04	25,0	149,88	0,37
239,66	141,19	29,2	150,98	0,70
240,48	141,25	28,9	151,74	0,92
242,41	141,60	27,2	153,40	1,39
243,55	141,75	26,5	153,90	1,58
244,88	141,82	26,1	153,25	1,35
246,84	141,67	26,8	152,06	1,01
248,48	140,95	30,4	150,25	0,49
249,68	142,69	21,9	148,83	0,09
251,20				

I c [Pl. 21].

$s_0 = 141{,}02$ $\quad s_8 = 151{,}56 - s_0 = 10{,}54$
$e_0 = 139{,}50$ $\quad e_{220} = 184{,}57 - e_0 = 45{,}07$

191,91	99,16	197,13	141,02	0
192,46	105,14	168,0	143,18	0,62
192,75	110,14	143,6	144,15	0,89
193,26	119,92	95,7	146,63	1,60
193,78	125,60	68,0	150,22	2,62
194,68	130,28	45,3	155,90	4,24
195,31	131,98	36,8	159,11	5,16
196,79	133,42	29,8	162,02	5,99
199,79	133,52	29,2	153,60	3,59
200,95	133,76	28,1	147,55	1,86
201,95	137,04	12,0	142,60	0,45
203,36	142,89	14,1	136,28	1,85
204,09	143,22	18,2	134,11	1,97
204,77	143,70	20,5	132,79	2,35
205,29	143,83	21,2	131,72	2,65
206,20	144,18	22,9	130,71	2,94
207,42	144,26	23,3	131,92	2,60
208,82	144,26	23,3	133,01	2,28
209,14	144,28	23,3	135,57	1,55
209,98	144,88	26,1	138,02	0,86
212,13	135,18	21,4	141,53	0,15
213,16	134,17	26,1	142,89	0,39
214,55	134,17	26,1	143,46	0,70
214,81	134,06	26,6	143,88	0,82
218,91	134,06	26,6	142,91	0,54
221,81	134,82	22,9	141,10	0,02
222,86				

II a [Pl. 24].

$s_0 = 144{,}62$ $\quad s_2 = 184{,}00 - s_0 = 10{,}62$

$e_0 = 142{,}88$ $\quad e_{225} = 97{,}00 - e_0 = 45{,}88$

87,50	85,88	279,8	144,62	0
87,80	92,52	245,3	145,75	0,21
88,05	101,27	203,9	149,68	0,95
88,88	110,15	160,4	161,42	3,16
88,69	119,69	113,6	178,28	6,32
89,39	129,05	67,8	194,42	9,86
89,99	132,41	51,3	202,18	10,82
90,25	134,08	43,1	200,45	10,50
91,18	136,04	33,5	179,60	6,58
91,91	138,95	19,3	159,44	2,79
92,79	144,45	7,7	132,06	2,36
93,44	146,37	17,1	120,34	4,56
94,14	147,45	22,4	108,47	6,80
94,87	147,56	22,9	108,86	6,72
94,87	147,55	22,9	114,87	5,59
95,26	147,11	20,7	122,68	4,12
95,57	145,69	13,8	130,71	2,62
97,02	138,81	19,9	157,35	2,89
97,95	137,94	24,2	167,14	4,23
98,21	137,72	25,3	166,35	4,09
99,55	137,44	26,7	153,08	1,58
99,81	139,00	19,0	150,57	1,12
100,88	145,45	12,6	141,12	0,66
101,41	146,72	18,8	188,80	1,09
102,21	147,27	21,5	137,68	1,30
103,01	147,40	22,1	138,98	1,06
103,27	146,00	15,3	139,88	0,89
103,46	145,08	10,8	140,45	0,78
104,28				

II b [Pl. 23].

$s_0 = 153{,}95$ $\quad s_2 = 142{,}71 - s_0 = 11{,}24$

$e_0 = 151{,}82$ $\quad e_{225} = 105{,}76 - e_0 = 46{,}06$

151,38	99,95	253,1	153,95	0
151,87	109,46	206,4	158,00	0,72
1 2,39	117,70	166,5	165,91	2,14
152,85	128,77	112,5	172,80	3,87
153,51	138,22	66,4	182,29	5,07
154,96	144,44	36,0	192,85	6,96
155,55	145,83	31,7	190,08	6,57
156,74	146,01	28,4	176,32	4,00
157,79	146,67	25,1	161,84	1,41
159,82	154,76	14,3	132,89	3,77
160,93	155,62	18,5	129,25	4,42
161,53	155,52	19,5	130,18	4,25
162,53	156,46	22,6	138,79	2,71
163,57	156,19	21,3	148,67	0,95
163,86	153,99	10,6	152,85	0,20
164,76	150,48	6,8	159,60	1,01
165,83	148,89	14,8	164,18	1,82
166,83	147,74	19,9	168,15	2,54
166,86	147,40	21,6	169,00	2,69
167,66	147,09	23,1	166,44	2,24
168,66	146,95	23,8	161,76	1,40
169,51	146,82	24,4	156,56	0,47
171,69	154,42	12,7	149,20	0,85
172,69	155,96	20,2	149,02	0,88
173,69	156,64	23,5	150,48	0,62
174,69	155,20	16,5	151,75	0,39
175,22				

II c [Pl. 22].

$s_0 = 148{,}44$ $\quad s_2 = 137{,}55 - s_0 = 10{,}89$

$e_0 = 146{,}37$ $\quad e_{225} = 100{,}20 - e_0 = 46{,}17$

142,32	91,22	268,6	148,44	0
142,59	96,20	244,8	149,42	0,18
142,88	104,18	205,5	151,30	0,53
143,18	116,59	145,0	156,94	1,56
143,53	125,39	102,2	160,07	2,14
144,74	134,76	56,5	176,15	5,10
145,81	137,55	43,0	180,91	5,97
146,08	139,75	32,2	182,76	6,31
146,93	141,00	26,2	180,66	5,93
147,00	141,39	24,8	177,05	5,26
148,25	141,57	23,4	171,65	4,27
148,92	141,60	23,2	164,94	3,04
149,55	141,60	23,2	158,09	1,78
150,14	145,22	5,6	152,56	0,76
151,34	149,48	15,1	141,20	1,33
152,04	150,66	20,9	133,40	2,77
153,04	151,41	24,5	128,49	3,67
153,90	151,58	26,4	127,57	3,84
154,31	151,84	26,6	128,08	3,76
155,34	151,89	26,9	131,09	3,20
156,34	150,89	22,0	138,09	1,90
158,94	142,80	19,8	155,51	1,30
159,94	141,95	21,5	159,18	1,97
160,94	141,68	22,9	160,57	2,28
161,94	141,64	23,0	159,57	2,05
162,94	141,45	24,0	156,66	1,51
163,74	140,82	27,0	153,69	0,97
164,17	142,19	20,4	151,62	0,62
164,40	143,40	14,5	150,85	0,44
164,71	145,10	6,2	149,50	0,20
165,24				

III a [Pl. 27].

$s_0 = 154,88$ $e_0 = 153,39$ $s_2 = 144,54 - s_0 = 10,84$ $e_{225} = 107,09 - e_0 = 46,30$

154,08	96,99	274,1	164,88	0
155,03	129,08	118,1	182,26	5,28
155,30	134,40	92,8	189,24	6,63
155,86	142,87	53,6	211,90	11,00
156,37	144,66	42,4	216,80	11,95
157,08	146,56	33,2	211,68	10,96
158,17	148,01	26,1	186,78	6,15
158,78	148,7[illegible]	22,7	171,71	3,25
158,92	150,48	14,4	167,04	2,85
159,82	155,44	10,0	143,41	2,21
160,49	156,73	16,2	130,10	4,78
161,42	157,30	19,0	117,16	7,28
161,88	157,49	19,9	114,11	7,87
162,84	157,58	20,4	116,82	7,85
163,01	156,83	16,7	126,80	5,42
164,71	149,53	18,8	171,08	3,13
165,78	148,79	22,4	181,90	5,21
166,52	148,60	23,8	179,16	4,69
167,21	148,48	24,1	173,80	3,56
167,78	148,32	24,6	166,50	2,24
168,09	150,40	14,5	163,42	1,65
169,68	158,09	22,8	150,05	0,98
170,52	158,98	26,9	146,71	1,58
170,96	158,87	26,6	145,98	1,72
171,32	158,88	26,4	146,68	1,58
171,96	158,48	24,5	148,67	1,20
173,31				

III b [Pl. 26].

$s_0 = 134,48$ $e_0 = 133,21$ $s_2 = 124,64 - s_0 = 9,84$ $e_{225} = 87,65 - e_0 = 45,66$

142,95	86,53	230,1	134,48	0
143,46	94,50	190,8	141,14	1,85
143,72	102,45	151,6	143,58	1,84
144,14	111,54	106,8	151,07	3,37
144,66	119,05	69,8	159,60	5,10
145,16	122,59	52,4	165,40	6,28
146,26	126,12	35,0	171,11	7,44
147,26	127,11	30,1	165,67	6,88
148,26	127,62	27,6	154,80	4,12
149,26	128,16	24,9	139,20	0,96
149,54	129,39	18,8	136,79	0,47
150,89	135,89	13,2	121,11	2,71
151,89	137,78	22,3	115,14	3,98
152,47	138,06	23,9	114,83	4,09
153,47	138,32	25,2	117,38	3,37
154,47	138,15	24,4	125,80	1,86
155,47	135,66	12,1	133,15	0,27
156,86	130,21	14,6	138,69	0,85
157,86	128,88	21,3	143,01	1,78
158,86	128,37	23,9	145,17	2,17
158,52	128,24	24,5	145,70	2,28
159,52	128,16	24,9	143,68	1,87
160,52	128,11	25,1	140,57	1,24
161,46	127,80	26,7	136,62	0,48
161,98	129,84	16,6	135,41	0,19
162,38				

III c [Pl. 25].

$s_0 = 150,68$ $e_0 = 148,87$ $s_2 = 140,39 - s_0 = 10,29$ $e_{225} = 103,50 - e_0 = 45,07$

122,54	95,71	263,7	150,68	0
123,05	107,24	206,5	153,19	0,49
123,26	113,51	175,4	155,17	0,99
123,50	120,81	139,2	158,69	1,55
123,72	128,64	100,3	162,29	2,25
123,98	134,90	69,3	165,98	2,97
125,08	140,39	42,1	180,54	5,79
126,26	142,31	32,5	185,75	6,80
127,25	142,72	30,5	181,66	6,05
128,25	143,15	28,4	172,70	4,27
129,31	143,49	26,7	160,41	1,89
129,77	145,57	16,4	154,61	0,76
130,87	150,99	10,5	143,57	1,88
131,87	153,32	22,1	135,05	3,08
132,87	153,48	22,9	130,96	3,83
133,81	153,46	22,9	130,27	3,96
135,79	153,48	22,9	143,78	1,84
136,14	151,37	12,4	145,91	0,98
137,17	145,91	14,7	152,23	0,80
138,17	144,70	20,7	157,69	1,36
139,17	144,10	23,7	106,78	1,96
140,17	143,98	24,3	162,40	2,27
141,17	143,91	24,6	160,11	1,88
142,17	143,70	25,6	157,24	1,27
143,07	143,23	27,7	153,77	0,60
143,48	145,44	17,0	151,89	0,23
144,72				

Die Charakteristiken.

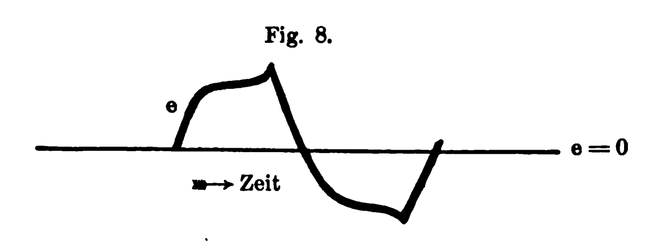
Auf beigefügter Planche sind die Charakteristiken der 9 Platten mit Hilfe der Tabellen gezeichnet. Es liegt nahe dieselben mit denen des Wechselstromlichtbogens und der hochfrequenten Schwingungen zu vergleichen. Der Typhus einer Charakteristik des Wechselstromlichtbogens ist in Fig. 7 reproduziert (Aus Simon Jahrb. d. drahtl. Telegraphie Bd. 1 Ht 1). Man sieht sofort, dass die gefundenen Charakteristiken mit dieser übereinstimmen. Es existiert jedoch zwischen diesen beiden Arten eine eigentümliche Verschiedenheit: während beim Wechselstromlichtbogen und auch bei hochfrequenten Schwingungen der aufsteigende Zweig am höchsten liegt, ist es bei den für unsere Schwingungen gefundenen Charakteristiken ausnahmlos umgekehrt. Der heruntersteigende Zweig liegt hier viel höher als der aufsteigende und dem letzteren fehlt sogar oft ein ausgeprägtes Maximum. Es lässt sich hier die Hypothese aufstellen, dass der Lichtbogen bei Wiederentzündung in entgegengesetzter Richtung, bei diesen relativ schnellen Schwingungen einen Teil seines Leitvermögens beibehält, wodurch das erste Spannungsmaximum herunterdrückt wird.

Fig. 7.

In Uebereinstimmung mit dem, was Roschansky [1]) für die Charakteristiken der hochfrequenten Schwingungen gefunden hat, zeigt sich auch hier, dass die Charakteristiken mit abnehmender Schwingungszahl sich der e-Achse nähern. Es scheint also ganz zweifellos, das die hier untersuchten Schwingungen, die ich freie Schwingungen genannt habe, mit den wohlbekannten Oscillationen bei Kondensatorentladungen durch eine Funkenstrecke vollständig übereinstimmen.

Bemerkenswert ist auch, dass die Spannungskurven für sich betrachtet, denen von Roschansky in seiner zitierten Arbeit gefundenen ähnlich sind, nur mit dem Unterschied, dass hier das zweite der beiden beim Welchselstromlichbogen vorhandenen Maxima (Fig. 6.) zur Entwicklung kommt, bei hochfrequenten dagegen nur das erste. Das typische Aussehen ist im Fig. 8 bei kleineren Frequenzen zu sehen.

Fig. 8.

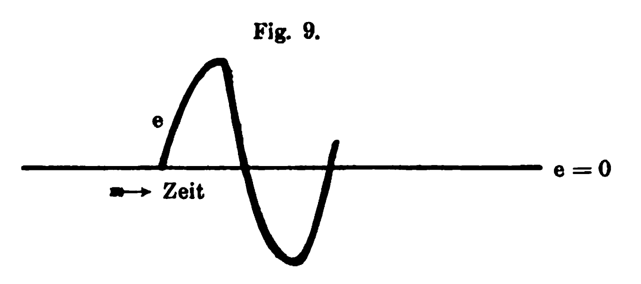


Bei höheren Frequenzen runden sich die Kurven folgendermassen (Fig. 9) ab und gehen somit in sinusförmige Schwingungen über.

[1]) Roschansky: Phys. Zs. 1908.

Die bei den Charakteristiken hervortretende Diskontinuität in Origo mag eigentümlich scheinen. Eine solche Singularität liegt jedoch bei näherer Prüfung in der Natur dieser Kurven. Bei den hier untersuchten Schwingungen, wo die Dämpfung so bedeutend ist, tritt diese Diskontinuität stärker hervor; sie ist jedoch bei den von Roschansky in zitierter Arbeit aufgenommenen Charakteristiken auch ganz auffallend.

Fig. 9.



Zum Schluss möchte ich darauf aufmerksam machen, dass die in den Tabellen angegebenen Werte der Stromstäcke und Spannung in 0,01 Amp. bezw. 0,1 Volt, in Wirklichkeit nicht so genau bekannt sind. Diese Präzision wurde angewandt um naheliegende Kurvenpunkte von einander separieren zu können.

Eine nähere Behandlung dieser Charakteristiken behalte ich einer späteren Mitteilung vor.

Widerstand im Lichtbogen.

Aus den Charakteristiken ergiebt sich der Ohm'schen Widerstand $\frac{e}{i}$ in jedem Augenblicke als die Tangens des Winkels zwischen i-Achse und der Verbindungslinie des betrachteten Punktes mit Origo. Wie man sieht, wird der Widerstand mit jeder Schwingung grösser.

Mit Hilfe der Dämpfung kann man einen Mittelwert des Ohm'schen Widerstandes berechnen, vorausgesetzt dass wie vorher, der Schwingungszustand durch folgende Gleichung repräsentiert werden kann:

$$i = A e^{-\delta t} \sin \beta t,$$

wo δ bedeutet

$$\delta = \frac{w}{2L}$$

w = Ohm'schen Widerstand im Schwingungskreis
L = Selbstinduktion » »

Es mag erwähnt werden, dass die angeführte Lösung der Differentialgleichung unter Voraussetzung eines konstanten w erhalten ist, was allerdings nicht mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmt, aber man kann doch durch diese Art der Rechnung einen *Mittelwert* des Widerstandes ermitteln.

Wenn i_1 und i_2 zwei aufeinander folgende Amplituden in derselben Richtung sind, ergiebt sich:

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{e^{-\delta t}}{e^{-\delta(t+T)}} = e^{\delta T};$$

$$T = 2\pi\sqrt{CL}; \qquad \delta = \frac{w}{2L};$$

$$\lg\frac{i_1}{i_2} = \pi w\sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$w = \frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{L}{C}}\lg\frac{i_1}{i_2}.$$

Oder wenn wir L in Henry, C in Mikrofarad und w in Ohm ausdrücken

$$w = 10^3\frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{L}{C}}\lg\frac{i_1}{i_2}.$$

Vertauschen wir schliesslich log nat gegen Brigg'schen log so erhalten wir:

$$w = 10\frac{1}{\pi\log e}\sqrt{\frac{L\,.\,10^4}{C}}\log\frac{i_1}{i_2}.$$

Das Verhältnis zwischen i_1 und i_2, aus 1 und 3 Halbschwingung berechnet, giebt folgende Werte:

	a	b	c
I	3,64	5,01	7,30
II	2,56	2,59	2,82
III	2,40	3,26	2,90

Wir kennen jetzt in der letzten Formel alle Grössen ausser w und können sie deshalb zur Berechnung dieser Quantität gebrauchen. Man erhält alsdann, als Mittelwert des Ohm'schen Widerstands, während der drei ersten Halbschwingungen:

	a	b	c
I	4,4	7,8	11,7
II	3,8	5,4	7,2
III	4,6	8,7	9,6

In die Planche sind diese Widerstandslinien eingetragen. Man sieht sofort, dass der so berechnete Widerstand, dessen einziger, experimentell ermittelter Faktor die Dämpfung ist, mit dem Mittelwert, welcher aus den Charakteristiken konstruiert werden kann $\left[\text{d. h. } \frac{\int_0^{3T}\frac{e}{i}\,dt}{\int_0^{3T}dt}\right]$ gut übereinstimmt.

Es ist zu bemerken, das die Zeit für den herunterfallenden Zweig mit seinen hohen Widerstandswerten sehr kurz ist und deshalb keinen grossen Einfluss auf den Mittelwert hat. Im übrigen nehmen die Maximalpunkte (von i) die grösste Zeit in Anspruch, wie aus der Charakteristik III b, wo einige gleiche Zeitinterwalle verzeichnet sind, zu ersehen ist.

Periode der untersuchten Schwingungen.

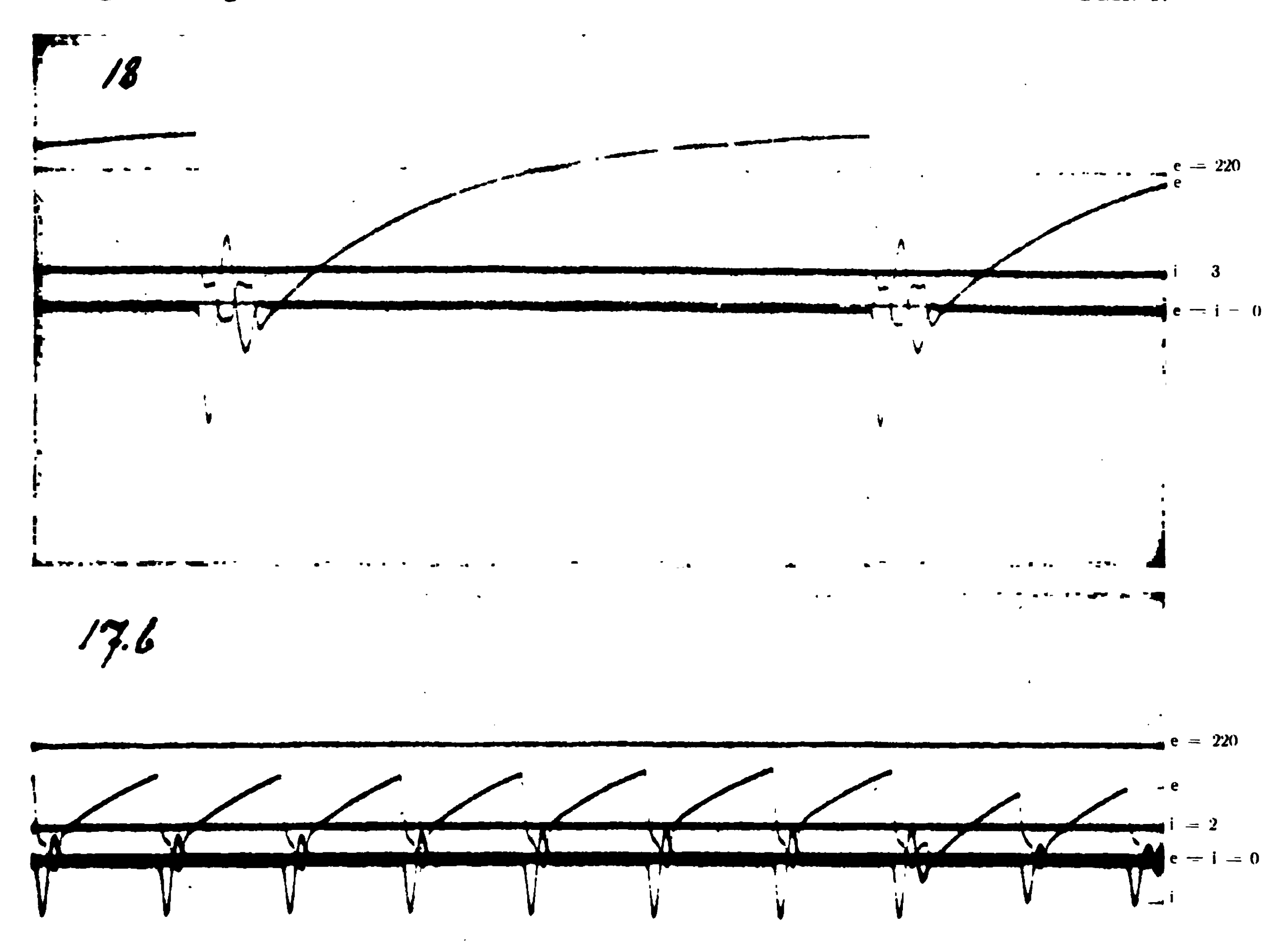
Da die Rotationsdauer der photographischen Trommel nicht konstant war, konnte die Schwingungszeit durch Ausmessung der Oscillogramme nicht zuverlässig ermittelt werden. Ich führe darum hier nur die aus der Thomsonsche Formel

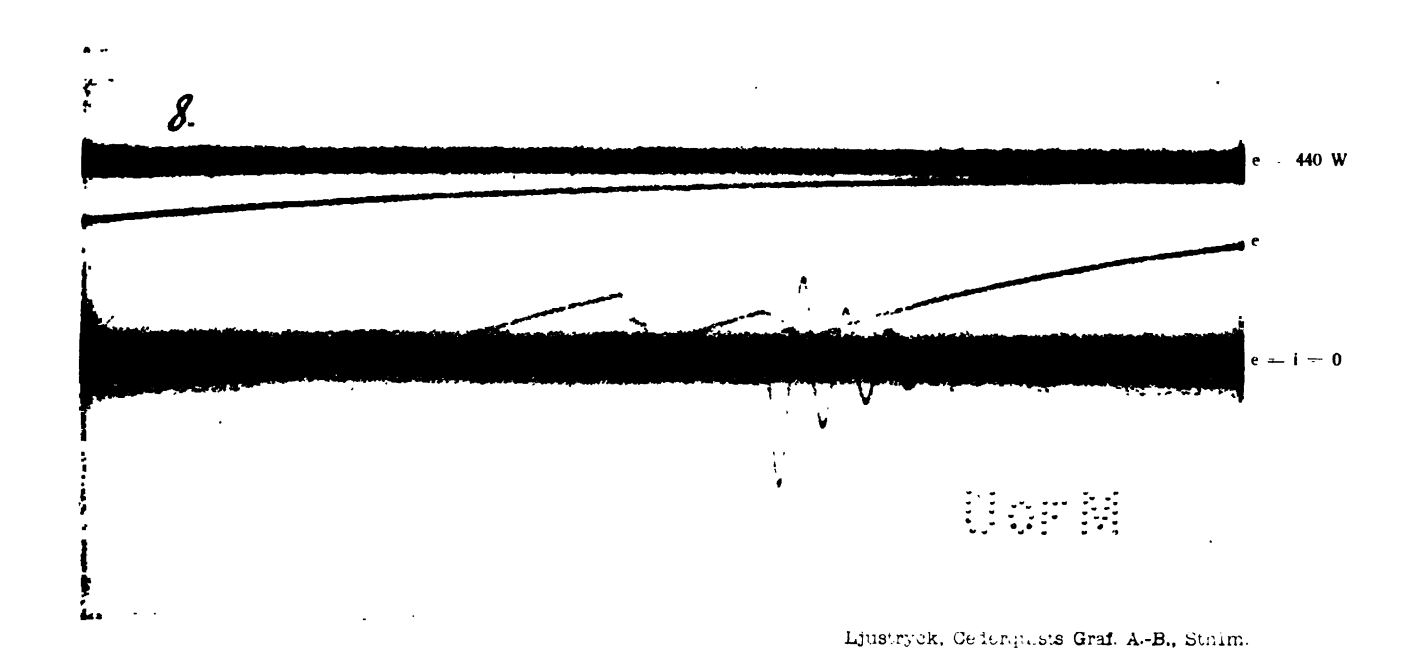
$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL}}$$

berechneten Werte der Schwingungszahl (ganze Schwingungen pro Secund) an:

	a	b	c
I	426	302	246
II	505	358	292
III	660	468	381.

Die Oscillogramme sind im Göttinger Physikalischen Institute, Abteilung führ angewandte Elektricität aufgenommen. Ich benutze hier die Gelegenheit, dem Direktor, Herrn Prof. H. Th. Simon, sowohl für die Anregung dieser Untersuchungen als auch für das freundliche Entgegenkommen mit erforderlichen Apparaten meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Für das Leihen der erwähnten Stellarphotogrammeter habe ich dem Direktor des hiesigen Observatoriums, Herrn Prof. C. V. L. Charlier zu danken.





Ljustryck, Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 4. Nr 6.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 19. Nr 6.

Kongl. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1907—1908.

1907, d. 9 oktober:

Herr Bäcklund redogjorde för en af honom författad afhandling med titel: »Lösningars magnetiska och optiska karakterer».

Herr Borelius höll föredrag om tjocktarmsresektionens teknik och resultat.

1907, den 13 november:

Herr Broman redogjorde för de olika sätt, på hvilka kärlrötter kunna vandra.

Herr Törnquist refererade en af honom författad afhandling med titel: »Observation on the genus Rastrites and some allied species of Monograptus».

1907, d. 11 december:

Herr Bergendal demonstrerade en af d:r Ahlquist å Skaftö i Bohuslän skjuten natthäger (Nycticorax griseus) samt meddelade en notis om Mammuten efter Al. Brandt.

Herr Hennig refererade sin afhandling öfver »Studier öfver Nissans hydrografi».

Herr Charlier höll föredrag om »huru en oändlig verld kan vara inrättad».

1908, d. 12 februari:

Herr Bergendal redogjorde för byggnaden af släktet Discocelides Bergendal,

Herr Jönsson refererade en afhandling af doc. Lidforss med titel: Ueber kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren».

Herr Moberg förevisade växtfossil i flinta från Klagshamn.

1908, d. 11 mars:

Herr Förster höll föredrag om Arvid H. Flormans bref till Anders Retzius.

Herr Bäcklund redogjorde för transformationen af dynamiska problem.

1908, d. 8 april:

Herr RAMBERG redogjorde för sina undersökningar: »Öfver några föreningar emellan etyltioglykolsyra och kuprosalter».

Herr HENNIG redogjorde för sina undersökningar: »Öfver gotländska silur-bryozoer».

Herr FÜRST talade »om några benbildningar å lingual-sidorna på underkäken hos eskimåerna och andra racer».

1908, d. 20 maj:

Herr QUENNERSTEDT höll föredrag om familjen Scolopacidæ.

Herr CHARLIER refererade en afhandling med titel: »Über die Bewegung der Bahnebenen der Satelliten in unserem Planetensystem.

ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT

NY FÖLJD

ANDRA AFDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNEN

V

1909

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XX)

LUND 1909—10
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI
DISTRIBUERAS GENOM C. W. K. GLEERUPS FÖRLAG I LUND

ACTA REGIÆ SOCIETATIS PHYSIOGRAPHICÆ LUNDENSIS

KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR

NY FÖLJD

XX

1909

(LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. AFD. 2. BD 5)

LUND 1909—10
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI
DISTRIBUERAS GENOM C. W. K. GLEERUPS FÖRLAG I LUND

Innehåll:

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 5. Nr 1.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 20. Nr 1.

OM FYLEDALENS GOTLANDIUM

AF

JOH. CHR. MOBERG OCH K. A. GRÖNWALL

MED 1 KARTA OCH 6 TAFLOR



LUND 1909
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Förord.

Nuvarande Assistenten vid Danmarks Geologiske Undersøgelse Dr. K. A. Grönwall inlemnade d. 31 Okt. 1894 till Lunds universitets filosofiska fakultet såsom licentiatspecimen ett manuskript, med titel: »Studier öfver faunan i de öfversiluriska lagren vid Ramsåsa». Då någon i paleontologiska arbeten förfaren tecknare vid denna tid ej fanns att tillgå i Lund och arbetet ej kunde publiceras utan att åtföljas af vederbörliga afbildningar, särskildt af de nyuppställda arterna, blef manuskriptet till en början lagdt åt sido. Som gradualafhandling publicerade Grönwall i stället 1897 en afhandling »Öfversikt af Skånes yngre öfversiluriska bildningar», som väsentligen sysselsatte sig med bildningarnes stratigrafi, men derjemte också lemnade fullständiga fossilförteckningar för de olika fyndorterna. I förteckningarne upptogos också en del nya arter, namngifna redan i det ofvannämnda manuskriptet. De samtidigt (i noten å s. 52 i anf. arb.) utlofvade artbeskrifningarne och afbildningarne ha emellertid ännu alltjemt ej kommit att publiceras, enär författaren ständigt varit upptagen af arbeten i främmande tjenst. Grönwalls ofvannämnda gradualafhandling är för öfrigt det sista arbete, som hittills blifvit publiceradt rörande Skånes yngsta silur.

Under de senare åren har emellertid jag (Moberg) tid efter annan egnat uppmärksamheten åt Ramsåsatraktens geologi, i afsigt dels att utforska sambandet mellan den s. k. Ramsåsabildningen och angränsande colonusskiffer, dels att i denna senare söka hållpunkter för en jemförelse med Gotlandslagren.

Ett par dervid gjorda iakttagelser komplettera i viss mån de äldre undersökningarne och ha derföre synts oss helst böra publiceras i anslutning till dessa. Då dertill kommer att jag, i egenskap af föreståndare för Lunds Geolog.-mineralog. Institution, haft tillfälle att ombesörja afteckning af de af Grönwall omnämnda, i institutionens ego befintliga, Ramsåsafossilen, ha vi ansett det för oss båda lämpa sig synnerligen väl att tillsammans utgifva detta bidrag till Fyledalens geologi. Då den paleontologiska delen i allt väsentligt blifvit utförd af Grönwall, kan detta vårt arbete i viss mening betecknas som en fortsättning af Grönwalls meranämnda äldre afhandling. Ur denna synpunkt sedt har det också synts oss på

sin plats, att, i den mån materialet i våra samlingar tillåtit, här lemna afbildningar af alla de arter, som hittills träffats i vår Ramsåsabildning.

Å den bifogade kartan betecknas för Ramsåsabildningens vidkommande alla observationspunkter med stora bokstäfver, så att de redan af GRÖNWALL angifna lokalerna fått bibehålla samma beteckning som å kartskissen i GRÖNWALLS afhandling. Observationspunkter för colonusskiffer angifvas medels siffror.

Lunds Universitets Geol.-min. Institution. I november 1909.

Joh. Chr. Moberg.

Litteraturförteckning.

Häri upptagna arbeten citeras i det följande endast genom angifvande af författarens namn och årtalet för arbetets publicerande. Då flera arbeten af samma författare publicerats under *ett* år, bifogas dock vid citat äfven arbetets nummer i förteckningen.

ANGELIN, N. P.

1852, 1854. Palæontologia scandinavica. — Lundæ. 4:o.

1862—1877. Geologisk öfversigts-karta öfver Skåne med åtföljande text. — Kartan är tryckt i München 1859, de två första arken af texten trycktes 1862; kartan utgafs med fullständig text 1877 af Prof. B. LUNDGREN. — Lund. 8:o.

BARRANDE, JOACHIM.

1852. Système silurien du centre de la Bohême. Vol. I. Trilobites. — Prag. 4:o.

1874. Système silurien du centre de la Bohême. Supplément au Vol. I. — Prag. 4:o.

BEECHER, C. E.

1897. Outlines of a natural classification of Trilobites. — American Journal of Science. Ser. 4. Bd 3, s. 89—207. — New Haven. 8:o.

BONNEMA, J. H.

1909. Beitrag zur Kenntniss der Ostrakoden der Kuckersschen Schicht (C_2). — Mitteil. Min.-geol. Institut der Reichs-Univers. zu Groningen. Bd II, Heft 1. — Groningen och Leipzig. 8:o.

BOLL, E.

1856. Beyrichia-Arten im Silur-Gerölle Norddeutschlands. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 8, s. 321—324. — Berlin. 8:o.

1862. Die Beyrichien der norddeutschen silurischen Gerölle. — Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. Jahrg. 16, s. 114—151, tafl. 1. — Neubrandenburg. 8:o.

BRONN, H. G.

1840. Note über die mit Homalonotus verwandten Trilobitengenera. — Neues Jahrbuch f. Min. etc., s. 445—456. — Stuttgart. 8:o.

BRONN, H. G.

1851—1856. Lethæa geognostica. — 3:dje upplagan, bearb. af H. G. BRONN och F. RÖMER. — Stuttgart. 8:o. Atlas in 2:o.

BURMEISTER, H.

1843—1844. Die Organisation der Trilobiten. — Berlin. 4:o.

CHMIELEWSKI, Cz.

1901. Die Leperditien der obersilurischen Geschiebe des Gouvernement Kowno und der Provinzen Ost- und Westpreussen. — Schriften d. Physikal.-ökonom. Ges. zu Königsberg. Jahrg. 41 (1900). — Königsberg. 4:o.

CORDA, A. J. C. och HAWLE, I.

1847. Prodrom einer Monographie der böhmischen Trilobiten. — Prag. 4:o.

DAVIDSSON, TH.

1866—1871. A Monograph of the British fossil Brachiopoda. Part VII. The Silurian Brachiopoda. — Printed for the Palæontographical Society. — London. 4:o.

EICHWALD, E.

1860. Lethæa rossica ou Paléontologie de la Russie. — Stuttgart. 8:o. Atlas in 4:o.

EICHSTÄDT, FR.

1888. Anteckningar om de yngsta öfversiluriska aflagringarne i Skåne. — Geol. För. Förh. Bd 10, s. 132—156. — Stockholm. 8:o.

ELLES, G. L. och SLATER, J. L.

1906. The highest silurian rocks of the Ludlow district. — Quarterly Journal Geol. Soc. N:o 246, s. 145. — London. 8:o.

ERDMANN, E.

1872. Beskrifning öfver Skånes stenkolsförande formation. — S. G. U. Ser. C, N:r 3. — Stockholm. 4:o.

FORCHHAMMER, J. G.

1845. Overgangsformationen i Skaane. — Oversigt over det kgl. Danske Vidensk. Selskabs Forhandl. 1845, s. 78—84. — Kjøbenhavn. 8:o.

GAGEL, C.

1890. Die Brachiopoden der cambrischen und silurischen Geschiebe im Diluvium der Provinzen Ost- und Westpreussen. — Beiträge zur Naturkunde Preussens, herausgegeben von der Physikal.-ökonom. Ges. zu Königsberg, N:r 6. — Königsberg. 4:o.

GOLDFUSS, H.

1826—1831. Petrefacta Germaniæ. I. — Düsseldorf. 2:o.

GRÖNWALL, K. A.

1897. Öfversikt af Sveriges yngre öfversiluriska bildningar. — G. F. F. Bd 19, s. 188—244. — Stockholm. 8:o.
(Också utgifven som S. G. U. Ser. C, N:o 170 samt som gradualafhandling, med särskild paginering).

HENNIG, A.

1905. Gotlands silurbryozoer. *1*. — Kgl. sv. Vet.-Ak:s Arkiv för Zoologi. Bd 2. N:o 10. — Stockholm. 8:o.

1908. Gotlands silurbryozoer. *3*. — Kgl. sv. Vet.-Ak:s Arkiv för Zoologi. Bd. 4. N:o 21. — Stockholm. 8:o.

HISINGER, W.

1828, **1840**. Anteckningar i Physik och Geognosi under resor uti Sverige och Norrige. -- 4:de och 7:de Häftena. — Stockholm. 8:o.

1837. Lethæa suecica seu petrificata Sueciae iconibus et characteribus illustrata. — Holmiæ. 4:o.

HOLM, G.

1893. Sveriges kambrisk-siluriska Hyolithidæ och Conulariidæ. — S. G. U. Ser. C, N:o 112. — Stockholm. 4:o.

HOLST, N. O.

1892. Beskrifning till kartbladet Simrishamn. — S. G. U. Ser. A a, N:o 109. — Stockholm. 8:o.

JONES, T. RUPERT.

1855. Notes on palæozoic bivalved Entomostraca. N:o I. — Some species of Beyrichia from the upper silurian limestones of Scandinavia. — Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 2. Vol. 16, s. 81—92, tafl. 5. — London. 8:o.

1858. Notes etc. N:o IV. — Some north American species. — Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 3. Vol. 1, s. 241—247, tafl. 9 och 10. — London. 8:o.

1889. Notes etc. N:o XXVIII. — On some north American (Canadian) species. — Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 3, s. 373—386, tafl. 16 och 17. — London. 8:o.

JONES, T. RUPERT och HOLL, H. B.

1865. Notes etc. N:o VI. -- On some silurian species (Primitia). — Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 3. Vol. 16, s. 414—425, tafl. 13. — London. 8:o.

JONES, T. RUPERT och WOODWARD, H.

1888. On some Scandinavian Phyllocarida. — Geological Magazine, Dec. 3. Vol. 5, s. 97—100 och 145—150, tafl. 5 och 6. — London. 8:o.

KIESOW, J.

1888. Ueber gotländische Beyrichien. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 40, s. 1—16, tafl. 1 och 2. — Berlin. 8:o.

KIESOW, J.

1890. Beitrag zur Kenntniss der in westpreussischen Silurgeschieben gefundenen Ostrakoden. — Jahrbuch der Königl. preuss. geol. Landesanstalt für 1889, s. 80—103, tafl. 23 och 24. — Berlin. 8:o.

KIÆR, JOH.

1908. Das Obersilur im Kristianiagebiete. — Vidensk. Selsk. Skrifter 1906, math.-naturv. Klasse. Bind II. — Kristiania. 8:o.

KOKEN, E.

1889: 1. Ueber die Entwicklung der Gastropoden vom Cambrium bis zur Trias. — Neues Jahrbuch f. Min. etc. Beilageband 6, s. 305—484, tafl. 10—14. — Stuttgart. 8:o.

» : 2. Die Hyolithen der silurischen Geschiebe. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 41, s. 79—83, tafl. 8. — Berlin. 8:o.

1896. Die Leitfossilien. — Leipzig. 8:o.

KOLMODIN, L.

1869. Bidrag till kännedomen om Sveriges siluriska ostracoder. — Akad. Afhandl. — Upsala. 8:o.

KRAUSE, A.

1877. Die Fauna der sogenannten Beyrichien- oder Chonetenkalke des norddeutschen Diluviums. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 29, s. 1—49, tafl. 1. — Berlin. 8:o.

1891: 1. Die Ostrakoden der silurischen Diluvialgeschiebe. — Wissenschaftliche Beilage zum Programm der Luisenstädtischen Oberrealschule zu Berlin Ostern 1891. — Berlin. 4:o.

» : 2. Beitrag zur Kenntniss der Ostrakodenfauna in silurischen Geschieben. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 43, s. 488—522, tafl. 29—33. — Berlin. 8:o.

» : 3. Heimathbestimmung eines obersilurischen Diluvialgeschiebes. — Sitzungsberichte d. Ges. naturforschender Freunde zu Berlin. N:o 4. 21 April 1891, s. 58—61. — Berlin. 8:o.

LINDSTRÖM, G.

1860. Bidrag till kännedomen om Gotlands Brachiopoder. — Öfversigt af Kgl. Vet.-Ak. Förhandl. N:o 8, s. 337—382, tafl. 12—14. — Stockholm. 8:o.

1867. Nomina fossilium siluriensium Gotlandiæ. — Visby. 8:o.

1884. On the Silurian Gastropoda and Pteropoda of Gotland. — Kgl. Vet.-Ak. Handl. Bd 19. N:o 6. — Stockholm. 4:o.

1885: 1. Förteckning på Gotlands Siluriska Crustacéer. Öfversigt af Kgl. Vet.-Ak. Förhandl. N:o 6, s. 37—99, tafl. 12—16. — Stockholm. 8:o.

» : 2. List of the fossils of the upper silurian formation of Gotland. — Stockholm. 8:o.

1888. List of the fossil faunas of Sweden. II. Upper Silurian. — Stockholm. 8:o.

LINNARSSON, G.

1874. Anteckningar från en resa i Skånes silurtrakter. — Geol. För. Förh. Bd 2, s. 259—284. — Stockholm. 8:o.

LUNDGREN, B.

1874. Om den vid Ramsåsa och Öfvedskloster i Skåne förekommande sandstenen. — Lunds Univ. Årsskr. Bd 10. — Lund 4:o.

M'COY, FR.

1851—1855. Description of the British Palæozoic Fossils in the Geological Museum of the University of Cambridge. — Cambridge. 4:o.

MOBERG, JOH. CHR.

1888. Om Lias i sydöstra Skåne. — Kgl. sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 22, N:o 6. (Äfven i S. G. U. Ser. C, N:o 99). — Stockholm 4:o.

1893. Bidrag till kännedomen om Sveriges mesozoiska bildningar. — Bih. t. Kgl. sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 19, Afd. II, N:o 2. — Stockholm. 8:o.

1895. Silurisk Posidonomyaskiffer, en egendomlig utbildning af Skånes öfversilur. — S. G. U. Ser. C, N:o 156. — Stockholm. 8:o.

MOBERG, JOH. CHR. och TÖRNQVIST, SV. LEONH.

1908. Retioloidea från Skånes colonusskiffer. — S. G. U. Årsbok 1908 (äfven Ser. C, N:o 213). — Stockholm. 8:o.

MUNTHE, H.

1902. Stratigrafiska studier öfver Gotlands silurlager. — G. F. F. Bd 24, s. 221—270 (äfven i S. G. U. Ser. C, N:o 192). — Stockholm. 8:o.

1907. Om stratigrafien inom Syd-Gotlands silur. (Referat af föredrag). — G. F. F. Bd 29, s. 130—140. — Stockholm. 8:o.

MURCHISON, R. I.

1839. The Silurian System, founded on geological researches in the counties of Salop etc. — London. 4:o.

1847. On the Silurian and associated rocks in Dalecarlia and on the succession from lower to upper Silurian in Smoland, Oeland and Gotland and in Scania. — Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 3, s. 1—46. — London. 8:o.

1872. Siluria. (5:th Edition). — London. 8:o.

NILSSON, SVEN.

1841. Reseanteckningar under sommaren 1840. — Kgl. sv. Vet.-Ak. Handl. 1841, s. 75—87. — Stockholm. 8:o.

PHILLIPS, JOHN.

1841. Figures and descriptions of the Palæozoic Fossils of Cornwall, Devon and West Sommerset. — London 8:o.

REUTER, G.

1885. Die Beyrichien der obersilurischen Diluvialgeschiebe Ostpreussens. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 37, s. 621—679, tafl. 25 och 26. — Berlin. 8:o.

Römer, Ferdinand.

1880—1897. Lethæa geognostica. Bd I. Lethæa palæozoica, fortgesetzt von Fr. Frech (Atlas 1876—1902). — Stuttgart. 8:o.

1885. Lethæa erratica. — Palæontologische Abhandl. herausgegeben von Dames u. Kayser. Bd 2. Heft 5, s. 250—420, tafl. 24—34. — Berlin. 4:o.

Salter, J. W.

1848. Palæontological Appendix to Professor John Phillips Memoir on the Malvern Hills etc. — Memoirs of the Geol. Survey of Great Britain. Vol. 2. Pt 1. — London. 8:o.

1864—1883. A Monograph of the British Trilobites from the Cambrian, Silurian, and Devonian formations. — Printed for the Palæontographical Society. London. 4:o.

Schlotheim v., E. F.

1820. Die Petrefaktenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte. — Gotha. 8:o, Atlas in 4:o.

Schmidt, Fr.

1873. Miscellanea silurica. I. Ueber die russischen Leperditien. — Mém. de l'Acad. imp. des Sciences de St. Pétersbourg. VII Série. Tome 21, N:o 2. — St. Petersburg. 4:o.

1883. Miscellanea silurica. III. 1. Nachtrag zu den russischen silurischen Leperditien. — Mém. etc. VII Série, Tome 31, N:o 5. — St. Petersburg. 4:o.

Steusloff, A.

1892. Ueber silurische, aus dem Ringsjögebiete herzuleitende, Geschiebe. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 44. Briefl. Mittheil, s. 344—347. — Berlin. 8:o.

Torell, Otto.

1873. Skånes geologiska formationer (s. 26—44 i Topografiska och statistiska uppgifter om Malmöhus län, utgifna af Topografiska Korpsen). — Stockholm. 8:o.

Tullberg, S. A.

1882. Skånes Graptoliter. I. Allmän öfversigt öfver de siluriska bildningarne i Skåne och jemförelse med öfriga kända aflagringar. — S. G. U. Ser. C, N:o 50. — Stockholm. 4:o.

1883. Ueber die Schichtenfolge des Silurs in Schonen. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 35, s. 223—274. — Berlin. 8:o.

Verworn, M.

1885. Ueber Patellites antiquus v. Schloth. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd 37, s. 173—176. — Berlin. 8:o.

Zittel, Fr. v.

1900. Textbook of Palæontology, translated and edited by C. R. Eastman. — London and Newyork. 8:o.

Inledning.

Till Skånes i geologiskt hänseende intressantaste områden måste räknas det i SO—NV (från Sandhammaren upp mot Vombsjön) gående bälte, der, mellan silur i NO och kritsystem i SV, keuper och lias ligga som ett långt smalt band. Å detta bälte finns det dock ej mer än två orter, å hvilka man har tillfälle att någorlunda öfverse berggrundens byggnad. Den ena af dessa är Tosterup, der man har tvärprofiler öfver bältet i fråga; den andra, nordligaste, är Fyledalen, som i hufvudsak ligger i bältets längdrigtning och derföre utefter hela sin sträckning låter berggrunden framträda här och hvar i dalens sidoväggar. Inom största delen af det på Fyledalens *nordöstra* sida belägna området bildar, som bekant, silur berggrunden. Längst i NV, vid Kurremölla, afskäres dock siluren af yngre bildningar, tillhöriga lias. Och i närheten af Fyledals gård, sålunda vid midten ungefär af silurområdets sydöstra rand, träffar man ett litet af jernvägen genomskuret urbergsparti (granit), till hvilket i NV ansluter sig en föga blottad, fossiltom, gröngrå kambrisk sandsten. Strax Ö om urberget ligga, utefter norra sidan af Trydeån, Ramsåsabildningens röda lerskiffrar, kalkstenar och sandstenar.

Områdets silur omfattar förutom den nämnda kambriska sandstenen, som säkerligen har mycket obetydlig utbredning, endast gotlandium, inom hvilken vi ha att särskilja den egentliga *Ramsåsabildningen* och *colonusskiffern.* Af dessa har emellertid hittills den förra så godt som uteslutande tilldragit sig geologernas uppmärksamhet. En historik öfver Ramsåsabildningen kommer derföre att innehålla så godt som allt, som hittills är kändt om Fyledalens silurområde i dess helhet, och börja vi derföre denna vår redogörelse med en dylik.

I. Ramsåsabildningens historik.

Under det att Skånes öfriga med Ramsåsabildningen likåldriga lager voro kända och omtalade redan under förra hälften af 1700-talet, dröjde det jemförelsevis länge innan denna blef bekant. Det var nämligen först *1841* som denna omnämndes af professor Sv. NILSSON, hvilken deri ock anträffat fossil, nämligen (som han trodde) ett cycadéblad?, *Cypris* (i mängd), en refflad *Avicula* och en *Trochus*, de båda sistnämnda nya för Sveriges fossila fauna. NILSSON ansåg sandstenen sannolikt vara »identisk med Tyskarnes Keuper», en bildning, med hvilken HISINGER redan sammanställt den likåldriga sandstenen vid Frualid (Övedssandstenen).

Huru kännedomen om dessa lager sedermera utvecklat sig, har flera gånger utförligt behandlats, så *1874* af B. LUNDGREN och *1897* af K. A. GRÖNWALL, men alltid har det skett i samband med redogörelse för samtliga till samma horisont hörande lager. Här tillåta vi oss derför att ur de nämnda arbetena samla blott de uppgifter, som speciellt beröra Ramsåsalagren.

FORCHHAMMER hänför *1854*, i motsats till NILSSON, den vid Öved och Ramsåsa förekommande sandstenen till devon.

MURCHISON, som 1844 studerade Sveriges silurbildningar, nämner visserligen ej något direkt om sandstenen vid Ramsåsa, men derigenom, att han i sin *1847* publicerade reseberättelse bestämdt uttalar, att Övedssandstenen tillhör siluren (Upper Ludlow), är det dock på sätt och vis — då ju alltifrån NILSSONS tid Ramåsabildningen och Övedsbildningen ansetts likåldriga — han, som först riktigt angifvit åldern för sandstenen vid Ramsåsa.

I inledningen till »Palæontologia scandinavica» anför ANGELIN (*1854*) såväl kalksten som sandsten från Ramsåsa såsom tillhöriga hans Regio Cryptonymorum. Och i sin »Geologisk öfversigtskarta öfver Skåne med åtföljande text» uppräknar han (*1862*) inom »Gotländska gruppen» 1:o Kalksten, förekommande hufvudsakligast vid Bjersjölagård, men också på flera andra ställen, deribland Ramsåsa (»i tunnare lager»), 2:o Ler- och mergelskiffer, som säges ha vidsträckt utbredning äfven i Ramsåsatrakten, der inneslutande en »något i rödt stötande kalk» samt 3:o Sandsten, gående i dagen vid Ramsåsa och Övedskloster m. fl. ställen. Kartan anger emellertid för Ramsåsa endast Gotlands mergelskiffer och Gotlands sandsten.

1872 gjorde EDV. ERDMANN ett sista försök att återgå till den en gång af HISINGER och NILSSON hyllade åsigten, att Öveds- l. Ramsåsabildningen vore att räkna som keuper. *1873* anmärker emellertid TORELL endast, att man räknat den vid Övedskloster och Ramsåsa förekommande röda sandstenen till öfversiluriska formationen, sålunda ej fästande sig vid ERDMANNS inlägg i frågan. Och *1874* blef slutligen de ifrågavarande lagrens öfversiluriska ålder, genom i dem anträffade fullt bestämbara karakteristiska fossil, definitivt fastslagen. Detta skedde till yttermera visso samtidigt från två skilda håll, nämligen af LINNARSSON och LUNDGREN.

Den förre förevisade, å Geologiska Föreningens i Stockholm novembermöte sagda år, fossil insamlade från den röda sandstenen vid Ramsåsa och drog af dem slutsatsen, att sandstenen måste tillhöra yngsta delen af öfversiluren. Närmare meddelande härom i tryck lemnades emellertid först i Geol. För:ns januarihäfte följande år d. v. s. 1875. Under mellantiden hade LUNDGRENS utförliga redogörelse för samma bildning blifvit publicerad. LUNDGREN omtalade deri, att han vid Ramsåsa funnit flera och bättre bevarade fossil än vid Övedskloster. I Ramsåsa hade han VSV om kyrkan träffat i dagen »en mera eller mindre skiffrig sandsten af grå eller rödaktig färg och oftast mycket rik på hvit glimmer i små och tunna fjäll. Den stupar», säger han, »omkring 25° N och är stundom ganska tunnskiffrig med mellanliggande tunna lager af rödaktig skifferlera, stundom är den afsöndrad i tumstjocka bankar; den innesluter stundom kalkhaltiga partier eller underordnade lager af en rödaktig kalksten .... Den graf, hvarur man förr brutit sandsten till brynstenar och som omtalas af NILSSON, är nu nästan alldeles igenrasad och täckt af vegetation, den ligger v. om nu omnämnda ställe. Försteningar förekomma visserligen ock i de kalkfria varieteterna, men i de kalkhaltiga och i kalkstenslagren äro de talrikare och bättre bibehållna». Han hade deri kunnat bestämma *Beyrichia Salteriana* JONES, *B. Buchiana* JONES, *Leperditia Angelini* F. SCHMIDT, *Cytheropsis concinna* JONES, *Tentaculites tenuis* SOW., *Orthoceras* sp., *Pterinea* sp., *Grammysia cingulata* β *triangulata* SALTER, *Chonetes striatella* DALM. sp., *Lingula minima* SOW. och *Pentacrinus* sp.?

Från alldeles samma fyndort angifvas i LINNARSSONS ofvannämnda uppsats *Onchus* sp.?, *Beyrichia Wilckensiana* JONES?, *Leperditia tyraica* F. SCHMIDT, *Orthoceras* sp., *Grammysia extrasulcata* SALTER och andra lamellibranchiater, *Chonetes striatella* DALM., *Lingula cornea* eller *minima* SOW. och *Tentaculites tenuis* SOW. — Som man finner var det i det stora hela samma arter, som anträffats af LINNARSSON och LUNDGREN, äfven om bestämningarne i någon mån differera.

LUNDGREN söker i sitt arbete också tyda de af NILSSON angifna fossilen: NILSSONS cycadéblad antages möjligen vara en *Eophyton*, hans *Cypris* en *Beyrichia*, *Trochus* en *Murchisonia* eller *Turritella* och hans refflade *Avicula* en *Pterinea*.

Enligt TULLBERG (*1882*) är Övedssandstenen (mera lokalt uppträdande vid Ramsåsa) egentligen att betrakta som lokala lager inom cardiolasskiffern (= colonusskiffern) och sålunda en ekvivalent till denna senares »yngre mera fossilfria lager». Jemte de förut af LUNDGREN l. c. anförda fossilen från Ramsåsa, omnämner han, efter samlingar i Lunds Museum, en strierad *Pterinea*, *Goniophora cymbæformis* SOW.?,

Spirigerina reticularis L., *Atrypa subtilita* HALL (*A. pusilla* HIS.), *Strophomena ornatella* SALT. och *Orthis* sp. Efter exemplar i Sver. Geol. Unders:s Museum anför han *Orthoceras* cfr *Nereidum* BARR.

1888 publicerade EICHSTÄDT sina »Anteckningar om de yngsta öfversiluriska aflagringarna i Skåne», hvari han särskildt rigtar sig mot TULLBERGS ofvan omnämnda uppfattning af de ifrågavarande bildningarnes lagringsförhållande. Utgående från strandprofilen vid Klinta, särskiljer EICHSTÄDT 6 olika zoner, af hvilka den öfversta har sin direkta motsvarighet i sandstenen vid Ramsåsa med dertill hörande skiffrar (enligt EICHSTÄDTS uppfattning äro dessa skiffrar egentligen blott skiffrig sandsten). Dessa sex zoner hvila på (äro yngre än) colonusskiffern, och den öfversta, den röda sandstenen, anses närmast motsvara the Downton sandstone i England. Ett par nya observationspunkter för anstående lager i östra delen af Ramsåsa angifvas (se sid. 13), men något nytt rörande Ramsåsalagrens fauna anföres ej. Beträffande cardiolaskiffern (= colonusskiffern) är EICHSTÄDT af den åsigt, att denna är en djuphafsbildning.

Samma år lemnade MOBERG (*1888*) en geologisk karta öfver Fyledalen, angifvande bland annat äfven några nya observationspunkter för silur. En bland dessa betecknas å den *1897* af GRÖNWALL publicerade kartskissen öfver Ramsåsatrakten såsom lokal *G* och kallas i tillhörande text äfven »MOBERGS lokal». Vi få längre fram anledning att något närmare omtala denna fyndort och vilja här blott anmärka, att den vid tiden för dess upptäckande var den vestligaste punkt, å hvilken Ramsåsabildningen dittills iakttagits.

Men några år senare (*1893*) omtalar MOBERG dels det i norra vinkeln mellan Trydeåns dalgång och Fyledalen uppträdande urberget, dels en omedelbart Ö derom befintlig observationspunkt för Ramsåsabildningen tillhöriga lager. Denna fyndort, som sålunda ligger i den nämnda bildningens vestligaste del, kallas å GRÖNWALLS meranämnda kartskiss »lokal *H*».

1897 publicerade GRÖNWALL sin »Öfversikt af Skånes yngre öfversiluriska bildningar», hvari han utförligt beskrifver de hittills kända fyndorterna (Klinta, Bjersjölagård, Öved och Ramsåsa), utförligt redogörande, ej blott för de allmänna stratigrafiska förhållandena, utan ock för hvarje särskild fyndort och der funna fossil.

Beträffande resultaten af GRÖNWALLS stratigrafiska undersökning äro följande resultat här att framhålla. I det stora hela bibehålles den zonindelning, som lemnats af EICHSTÄDT, dock så, att han sammanslår dennes tre älsta zoner till *en*, hvarvid naturligtvis också numreringen måst ändras. Enligt GRÖNWALL får man sålunda följande

Schema för Skånes yngsta Gotlandium.

Lag 4	(yngst). Röd sandsten	(EICHSTÄDTS zon 6).
»	3. Skiffer med kalkstensband	(» » 5).
»	2. Hvit eller gul sandsten (fossiltom)	(» » 4).
»	1. Skiffer med kalkstensband	(» zoner 3—1).

Jemförande Skånes »yngre öfversilur» med Englands motsvarande bildningar kommer GRÖNWALL till följande parallelisering.

<table>
<tr><td>Lag 4</td><td>motsvarar</td><td>Tilestones, Ledbury shales</td><td rowspan="5">Downtonian.</td></tr>
<tr><td>» 3
» 2</td><td>motsvara</td><td>Downton sandstone
Upper Ludlow beds</td></tr>
<tr><td>» 1</td><td>motsvarar</td><td>Aymestry limestone
Lower Ludlow shales</td></tr>
<tr><td>Colonusskiffern</td><td>»</td><td>Wenlock limestone
» shales</td></tr>
</table>

Som nämndt lemnas i GRÖNWALLS arbete äfven utförlig redogörelse för en hvar af de olika fyndorterna. Särskildt egnas *Ramsåsa* en detaljerad beskrifning. Då vi i det följande vilja i ett särskildt kapitel samla alla rent lokala uppgifter, som röra denna fyndort, skola vi i detta vårt referat blott uppehålla oss vid frågor af något allmännare natur.

GRÖNWALLS undersökningar ledde honom till det resultat, att man vid Ramsåsa träffar ej blott, såsom EICHSTÄDT uppgifvit, det allra yngsta laget utan äfven det närmast äldre, sålunda enligt GRÖNWALLS beteckning ej blott lag 4 utan ock lag 3 [1]). Genom GRÖNWALLS arbete ökades antalet kända arter från Ramsåsalagren betydligt. Jemte 10 derifrån förut kända arter och 10 för vetenskapen nya anför han 22 andra, hvadan sammanlagda antalet der anträffade arter då uppgick till 42. Detta då endast fullt bestämda arter medräknas, annars tillkomma ytterligare 9, blott till slägtet bestämbara, fossil. De ifrågavarande fossilens namn och fördelning på de olika lagen ses bäst af följande fossillista (sid. 7).

MOBERGS s. k. posidonomyaskiffer vid Tosterup (MOBERG *1897*) anser GRÖNWALL vara en ekvivalent till Ramsåsalagren — om närmast motsvarande dessas yngre eller äldre afdelning, låter han emellertid vara osagdt.

Äfven om GRÖNWALL i det nu refererade arbetet ej kunnat inlåta sig på någon särskild undersökning af colonusskiffern, egnar han dock ett särskildt kapitel åt frågan om »de yngre öfversiluriska lagrens förhållande till colonusskiffern» och framhåller, att en undersökning af meranämnda skiffer säkerligen torde lemna goda bidrag till lösning af frågan om bildningssättet för de skånska öfversiluriska lagren i allmänhet. Och i anslutning till sin redogörelse för Ramsåsalagren lemnar GRÖNWALL också ett par direkta meddelanden om traktens colonusskiffer. Han omtalar nämligen, att närmaste punkt utanför det egentliga Ramsåsafältet, på hvilken han

[1]) Motiveringen härför lemnar GRÖNWALL i samband med beskrifning af lokal *H* (jfr s. 13 detta arbete). — Ihågkommas bör, att EICHSTÄDTS zonindelning var väsentligen fotad på stratigrafiska och petrografiska grunder. Ty hvad faunan beträffar förefinnas här inga särskildt karakteristiska skiljaktigheter mellan lag af olika ålder, något som tydligen står i bästa samklang med, att de olika lagen ännu ej kunnat benämnas efter bestämda karaktersfossil.

Anm. af MOBERG.

träffat anstående silur, är belägen strax S om Fylans tegelbruk. Dervarande lager, synliga på en sträcka af 50 m och till en mäktighet af 1 à 2 m, äro dock så rubbade, att lagringsförhållandena ej kunna bestämdt angifvas. Fossil äro ej heller att finna derstädes. Längre söderut i Fyledalen finns anstående colonusskiffer N om Sqvaltemölla (vid Benestad), och dylik torde äfven bilda berggrunden på öfriga punkter i närheten, från hvilka silur är känd.

Tillägges så, att Moberg och Törnquist helt nyligen (*1908*) publicerat en uppsats »Om Retioloidea i Skånes colonusskiffer», hvilken uppsats, efter en kort orienterande öfversigt af Fyledalens geologi, mera utförligt redogör för graptolitfaunan i colonusskiffern vid Röddinge, ha vi dermed afslutat redogörelsen för hvad som kan anses vara hittills allmänt kändt ej allenast om den egentliga Ramsåsabildningen, utan ock om det ifrågavarande områdets colonusskiffer. Innan vi öfvergå till föreliggande arbetes paleontologiska del, ha vi emellertid att dels lemna en sammanfattning af äldre lokalbeskrifningar, dels supplera äldre stratigrafiska data med några under senare åren gjorda iakttagelser.

Fossillista från Ramsåsalagren, lemnad 1897 af K. A. Grönwall.

Endast de med kursiv stil betecknade fossilen äro till arten fullt bestämda.

	Lag			Lag	
	3	4		3	4
Coenites intertextus E. & H.	+		*Bellerophon trilobatus* Sow.		+
Tentaculites tenuis Sow.	+	+	Holopella? sp.		+
Tentaculites alia sp. cfr ornatus			*Hyolithus scanicus* n. sp.		+
Sow.	+		*Leperditia inæqualis* n. sp. (= L.		+
Serpulites longissimus Murch.		+	Angelini auct.)		+
Serpulites alia sp.	+	+	*Aparchites obsoletus* Jones & Holl	+	+
Lingula cornea Sow.		+	*Primitia mundula* Jones	+	
» *minima* Sow.		+	*Beyrichia obsoleta* n. sp.		+
Pholidops antiqua v. Schloth.	+		» *nodulosa* Boll	+	
Retzia Baylei Dav.	+	+	» *Buchiana* Jones	+	
Atrypa reticularis L.	+		» *Maccoyiana* Jones	+	+
» ? *pusilla* His.	+		» *scanensis* Kolmodin	+	
Rhynchonella nucula Sow.	?	+	» *Kochi* Boll		+
Orthis s. Strophomena n. sp.	+		» *Salteriana* Jones	+	
Strophomena pulchra n. sp.	+		» *Steusloffi* Krause	+	+
Chonetes striatella Dalm.	+	+	» *cuspidata* n. sp.	+	+
Pterinea retroflexa Wahl.	+		*Kloedenia Wilckensiana* Jones	+	+
Megalomus sp.		+	» *Kiesowi* Krause	+	+
Ctenodonta securiformis n. sp.		+	*Thlipsura tetragona* Krause	+	+
Lucina? subquadrata n. sp.		+	*Cytherellina siliqua* Jones	+	+
Goniophora cymbæformis Sow.	+		*Bythocypris triangularis* n. sp.	+	+
Solenopsis? sp.		+	Bythocypris alia sp.	+	
Sanguinolites anguliferus M'Coy		+	Ceratiocaris sp.	+	+
Bellerophon granulum n. sp.		+	*Phacops Downingiæ* Murch.	+	
» *lenticularis* n. sp.		+	Calymmene sp.	+	
» *hybridus* n. sp.		+	Onchus sp.		+
» *expansus* Sow.		+			

II. Beskrifning af Ramsåsafältet med dess förut kända lokaler [1]).

De af GRÖNWALL beskrifna observationspunkterna, å kartan angifna med bokstäfverna *A—H,* ligga alla å Trydeåns norra sida, på de mot ån vettande sluttningarne eller mellan dessa och ån. De ligga alla nära nog på en linje med rakt O—V:lig rigtning, *A* längst i Ö, *H* längst i V.

Lokal *A*. Nära bäcken, vid en gångstig, som går längs en gärdesgård, 450 m OSO om Ramsåsa kyrka och strax V om en gammal »brytestuga». — Här träffas en ljusröd eller rödlett skiffer med vexlande kalkhalt, förorenad af sandkorn och glimmerfjäll samt utan fossil. Inlagrade häri förekomma skikt af en grå, mera lerig skiffer, förande illa bevarade fossil, nämligen *Chonetes*, krinoidstjelkar och *Tentaculites*. Dessutom finnas här lager af en mörkare, röd eller grå, mera kalkhaltig skiffer med splittrigt eller skåligt brott. Dessa innesluta sparsamt bollar eller linser af en röd och grå spräcklig, kristallinisk kalksten, som jemte krinoidstjelkar äfven förer en del andra fossil, af hvilka dock de flesta äro ganska illa bevarade. Stupningen är 12° i S 80° V. Följande fossil äro här anträffade:

Tentaculites tenuis Sow.
» alia sp.
Pholidops antiqua v. SCHLOTH.
Chonetes striatella DALM.
Orthis sp. cfr *crassa* LINDSTR.
Rhynchonella sp.
En mussla.
Aparchites obsoletus JONES et HOLL

Beyrichia cuspidata GRÖNWALL
» *nodulosa* BOLL
» *Maccoyiana* JONES
» *Salteriana* JONES
Thlipsura tetragona KRAUSE
Cytherellina siliqua JONES
Bythocypris triangularis GRÖNWALL
Calymmene sp.

Lokal *B*. En c:a 300 m SSO om kyrkan belägen åker, å hvilken funnits talrika lösa block. — Äfven V om lokal *A* anträffas flerestädes block af de der anstående bergarterna. Det ställe, der dessa block rikligast förekomma, är vid foten af en kulle i åkern, der en liten väg går ned till ån. Blocken här, dels skiffer,

---

[1]) Frånsedt smärre redaktionella ändringar eller omflyttningar är detta kapitel endast ett aftryck ur GRÖNWALLS »Öfversikt etc.» s. 27 (214)—39 (226).

dels kalksten, äro af något vexlande utseende, men de deri bevarade fossilen visa tydligt deras samhörighet såväl sins emellan, som med de vid *A* anstående lagren. Allmännaste bergarten är en röd- och gråflammig, mer eller mindre kristallinisk kalksten. Ej sällan består ett och samma block af skiffer och kalksten öfvergående i hvarandra. Kalkstenen är än nästan rent röd, än nästan grå eller grågrön.

Alla de fossil, som ofvan uppräknats från lokal *A*, förekomma också i blocken vid *B*, men dessförutom ha åtskilliga andra anträffats. En fullständig förteckning på de vid *B* funna fossilen har följande utseende.

Coenites intertextus E. H.
Serpulites sp.
Tentaculites tenuis Sow.
» alia sp.
Pholidops antiqua v. Schloth.
Chonetes striatella Dalm.
Orthis vel *Strophomena* sp.
Orthis cfr *crassa* Lindstr.
Retzia Baylei Dav.
Rhynchonella sp.
Pterinea retroflexa Wahl.
Cucullella ovata Sow.
Lucina? subquadrata Grönwall
Flera andra musslor.
Orthoceras sp.
Bellerophon expansus Sow.
» *trilobatus* Sow.
Aparchites obsoletus Jones et Holl.
Primitia mundula Jones
Beyrichia cuspidata Grönwall
» *Maccoyiana* Jones
» *scanensis* Kolm.
» *nodulosa* Boll
» *Buchiana* Jones
» » var. *lata* Reuter
» *Salteriana* Jones
» *Steusloffi* Krause
Kloedenia Wilckensiana Jones
» *Kiesowi* Krause
Cytherellina siliqua Jones
Thlipsura tetragona Krause
Bythocypris triangularis Grönwall
Bythocypris sp.
Ceratiocaris sp.
Calymmene sp.

Lokal *C*. Kanten af en i Trydeå utmynnande rännil, som skär vägen från byn till stenbrottet. — Ungefär 350 m V om kyrkan korsar rännilen den nämnda vägen och har söder om densamma utgräft en profil genom de anstående lagren, som för öfrigt gå i dagen äfven i den närliggande åkern. Profilen har följande utseende:

Rödaktig sandsten	0,10 m
Brun, glimmerrik, sandig skiffer	1,00 »
Hvit sandsten med *Leperditia*	0,10 »
Brun, glimmerrik, lerig bergart med otydliga, gula skal af bivalver	0,08 »
Grå sandsten, hård, glimmerrik, kalkhaltig	0,12 »
Brun, skiffrig sandsten (till obekant mägtighet)	—
	1,40 m +

Lokal *D*. Backsluttningen S och SSV om föregående lokal. — Redan 75 m S om lokal *C* anstår i östra sidan af backen en mörkröd, delvis skiffrig sandsten,

rik på *Beyrichia obsoleta* Grönwall och *B. Steusloffi* Krause. Den stupar 25° i V 10° S. I södra sidan af samma backe, endast 15 m från sistnämnda observationspunkt, stupa de af sandsten och skiffer bestående lagren 20° i V 10° N. Sandstenen är i allmänhet grå, hård, glimmerrik och kalkhaltig samt innehåller jemte andra fossil rikligen gula skal af en stor bivalv (*Megalomus?*). Här ha funnits

Lingula cornea Sow.	*Beyrichia obsoleta* Grönwall
Solenopsis? sp.	» *Steusloffi* Krause
Megalomus? sp.	*Ceratiocaris* sp.
Hyolithus scanicus Grönwall	*Onchus* sp.
Bellerophon trilobatus Sow.	Fjäll och tänder af fiskar.
Leperditia inæqualis Grönwall	

Ungefär 50 m längre mot V träffas i backsluttningen fast klyft af vexlande bergarter, sandsten och skiffer, i hvilken senare man finner ovanligt rikligt med bollar och band af till gry och färg rätt varierande kalksten. Lagren stupa 20—25° i V 10° S till V 10° N [1]). Det är här som Lundgren och Linnarsson insamlat de fossil, som omnämnas i deras respektive arbeten angående Ramsåsa. I härvarande kalkstenar har Grönwall anträffat:

Lingula cornea Sow.	*Hyolithus scanicus* Grönwall
Chonetes striatella Dalm.	*Tentaculites tenuis* Sow.
Retzia Baylei Dav.	*Orthoceras* 2 sp.
Rhynchonella nucula Sow.	*Aparchites obsoletus* Jones et Holl
Ctenodonta securiformis Grönwall	*Beyrichia obsoleta* Grönwall
Cucullella ovata Sow.	» *cuspidata* Grönwall
Lucina? subquadrata Grönwall	» *Maccoyiana* Jones
Grammysia triangulata Salter	» *Kochi* Boll
Sanguinolites anguliferus M'Coy	» *Steusloffi* Krause
Solenopsis? sp.	*Kloedenia Kiesowi* Krause
Bellerophon granulum Grönwall	» *Wilckensiana* Jones
» *expansus* Sow.	» » var. *plicata* Jones
» *hybridus* Grönwall	*Thlipsura tetragona* Krause
» *lenticularis* Grönwall	*Cytherellina siliqua* Jones
» *trilobatus* Sow.	*Bythocypris triangularis* Grönwall
Holopella 2 sp., m. fl. obestämbara gastropoder.	*Ceratiocaris* (stjerttaggar och carapacer)
	Onchus sp.

Lokal *E*. Gamla brynstensgrafven. — Grafven, numera igenfylld och öfvervuxen, ligger ungefär midt emellan förra lokalen och lokal *F* (stora stenbrottet). Det var i denna graf Nilsson, såsom i det föregående omtalats, först fann fossil i Ramsåsalagren.

[1]) Originalet har O 10° S till V 10° N, något, som dock torde vara ett tryckfel.

Lokal *F*. Stora stenbrottet. I detta, som öppnades 1891, hade man 1897 gått ned till omkring 18 m:s djup. Den vackra röda sandsten, som här bröts, lemnade en lätt bearbetad beklädnadssten, alldeles likartad med den nu så allmänt bekanta Övedssandstenen. Brottet, som temligen snart åter öfvergafs, är f. n. mycket igenrasadt. 1892 uppmätte GRÖNWALL der följande profil:

Öfverst lokal morän af sandsten och lerskiffer.

x.	Brun, knutig skiffer	0,25 m
v.	Hård, mörk sandsten	0,45 »
u.	Skiffer och skiffrig sandsten	0,35 »
t.	Hård, mörk sandsten med Beyrichior i mängd, bevarade i jernoxid	0,08 »
s.	Glimmerrik, hård, skiffrig sandsten	0,18 »
r.	Mörk, rätklufven lerskiffer	1,12 »
	(På grund af jordbetäckning har profilen icke direkt kunnat följas, utan ett afbrott finnes, af lagringsförhållandena att döma ungefär motsvarande ett 0,8 m mägtigt skiktkomplex).	
q.	Brun, vittrad lerskiffer med Beyrichior och andra fossil, alla illa bevarade	0,10 »
p.	Kalkstensband af vexlande mägtighet, på sina ställen mycket fossilrikt, *minst*	0,07 »
o.	Grå och brun lerskiffer med knutiga och rynkiga aflossningsytor	0,30 »
n.	Skiffrig sandsten och brun, knutig lerskiffer; på en del skiktytor Beyrichior och andra fossil	1,00 »
m.	Skiffrig sandsten och brun, glimmerhaltig lerskiffer	0,15 »
l.	Tät sandsten	0,15 »
k.	Skiffrig sandsten och brun, knutig lerskiffer, vexellagrade i tunna (c:a 5 cm mägtiga) skikt	0,42 »
j.	Tät och fast sandsten	0,07 »
i.	Skiffrig sandsten	0,15 »
h.	Brun lerskiffer	0,15 »
g.	Sandsten, ganska lik den, som användes till byggnadsmaterial, men mycket starkt förklyftad	0,50 »
f.	Skiffrig sandsten med skifferlager. I komplexets midt finnes ett 8 cm tjockt band af sandsten, uppfylldt med, eller kanske snarare bestående af, obestämbara stenkärnor af bivalver; strax ofvanför detta band är bergarten kalkhaltig och förer illa bevarade fossil	1,50 »
e.	Sandsten användbar för byggnadsändamål	1,88 »
d.	Skiffrig sandsten, i de undre delarne glimmerhaltig, med skiktytorna ofta täckta af spår, liknande dem i Eophytonsandstenen. Äfven förekomma här lerkonkretioner af egendomligt utseende	1,18 »
c.	Såsom byggnadsmaterial användbar sandsten	0,68 »
b.	Lerskiffer	0,33 »
	Transport	11,06 m

Transport 11,06 m

a. Sandsten, användbar för byggnadsändamål, rödlett, välskiktad, ofta med korsande lagring. Här och hvar i denna finnas oregelbundna, ej på något sätt mot den brukbara sandstenen afgränsade, partier af en hårdare ler- eller kalkhaltig sandsten, som ej låter klyfva sig till regelbundna stycken; till färgen äro dessa vanligen gråblå. I sandstenen ligga ofta parallelt med skiktningen klumpar af lera eller lerskiffer; på sina ställen kan sandstenen bli skiffrig eller också öfvergå till ett konglomerat af linsformiga lerklumpar. Midt i sandstenen ligger ett 0,30 m mägtigt lager af en lefverbrun, glimmerhaltig, välskiktad lerskiffer .... 4,45 m

Summa 15,51 m

Derunder ligger en grå, glimmerhaltig lerskiffer.

I den uppmätta profilen utgöra sålunda sandstenar den rådande bergarten; (brun) lerskiffer torde utgöra endast omkring 1/5, och kalksten förekommer inom hela den mer än 15 m mägtiga lagerserien endast i det 0,07 m mägtiga bandet *p*.

I de undre sandstenslagren äro fossil ytterst sällsynta, endast *Leperditia inæqualis* Grönwall förekommer der i enstaka exemplar. Korsande lagring är vanlig, hvadan denna undre sandsten torde vara en grundvattens- eller strandbildning. Så är ock förhållandet med de yngre, mera skiffriga lagren, ty märken efter vågsvall, rundade lerklumpar och allehanda spår äro på skiktytorna ingalunda ovanliga. I dessa *skiffriga sandstenar* äro följande fossil funna: *Leperditia inæqualis* Grönwall, *Lingula minima* Sow., *Serpulites longissimus* Murch. jemte musslor och ostrakoder. Dessa senare äro dock sällan väl bevarade. I allmänhet finnas här en hel del illa bevarade, mest obestämbara fossil, som dock tyckas vara samma arter som de i kalkstensbandet *p* förekommande.

I kalkstenen, som är gråbrun till brun, ha träffats följande fossil:

Serpulites longissimus Murch.
» sp.
Lingula cornea Sow.
Lucina? subquadrata Grönwall
Cucullella ovata Sow.
Grammysia triangulata Salt.
Bellerophon lenticularis Grönwall
Bellerophon trilobatus Sow.
Hyolithus scanicus Grönwall
Tentaculites tenuis Sow.
Orthoceras 2 sp.
Leperditia inæqualis Grönwall
Beyrichia obsoleta Grönwall
» *Steusloffi* Krause
» *Kochi* Boll
Kloedenia Kiesowi Krause
Bythocypris triangularis Grönwall
Ceratiocaris sp. (stjerttaggar och carapacer)
Onchus? sp.
Fjäll och tänder af fiskar.

I stenbrottet kan man synnerligen väl iakttaga, hurusom lagren varit utsatta för ganska starka rubbningar. Man ser nämligen här dels en förkastning, dels en

veckning af lagren. Förkastningen går nästan midt öfver stenbrottet i ungefärligen öst-vestlig rigtning, hvilken dock på grund af jordbetäckning icke kan noggrannt bestämmas. Genom densamma äro lagren i södra delen af stenbrottet sänkta ungefär 1,5 m. Under det att sandstenen i södra delen af brottet stupar 10° i V, varierar dess stupning i norra delen betydligt både till storlek och rigtning. Veckningen framträder mycket tydligt å den undre af de båda (1892 tagna) fotografier från stenbrottet, hvilka återgifvas å tafl. I.

Lokal *G*. I östra brinken af Trydeåns vestligaste norrifrån kommande tillflöde. Stället, der såsom förut omtalats en röd, af musslor fylld kalksten en gång af Moberg anträffats, är numera genom i bäckfåran nedvräkt eller nedrasadt material otillgängligt. Enligt Grönwall skall härvarande kalksten likna den brachiopodrika bergarten å följande lokal.

Lokal *H*. Backsluttningen strax V om det af jernvägen genomskurna urberget. Detta är Ramsåsabildningens vestligaste observationspunkt, i hvars närhet den sannolikt gränsar direkt till urberget. Här anstå ljusröd skiffer, synnerligen lik den vid lokalen *A* (längst i Ö) iakttagna, samt röd kalksten. Skiffern saknar fossil, men kalkstenen är mycket rik på dylika, särskildt *brachiopoder*. Här ha funnits

Pterinea retroflexa Wahl.
Goniophora cymbæformis Sow.
Tentaculites tenuis Sow.
» alia sp.
Pholidops antiqua v. Schloth.
Chonetes striatella Dalm.
Atrypa reticularis L.
Atrypa? pusilla His.
Retzia Baylei Dav.
Rhynchonella nucula Sow.
Orthis vel *Strophomena* sp.
Strophomena impressa Lindstr.
Phacops Downingiæ Murch.
Beyrichia Salteriana Jones?

Lagren stupa 60° i S 35° O, således i helt annan rigtning än de närmast i Ö anstående, som ju i allmänhet hade *vestlig* stupning. Då härtill kommer, dels att skiffern är fullt lik den i *A*, dels att faunan endast har 4 arter gemensamma med de yngre Ramsåsalagren, under det att 8 äro kända antingen från lokalen *A* (och *B*) eller från äldre lager vid Klinta och Bjersjölagård, torde de å lokal *H* anstående lagren säkerligen vara äldre än de, som träffas i stenbrottet. På grund häraf sammanföras de båda östligaste lokalerna *A* och *B* med de vestligaste *G* och *H* såsom tillhöriga *lag 3*, under det att lokalerna *C—F* alla räknas till *lag 4*.

Jemte nu omtalade å Grönwalls kartskiss angifna observationspunkter ha vi att omnämna ett par först af Eichstädt anförda.

Vid en bäck, som Ö om Ramsåsa rinner i SSO:lig rigtning mot Trydeån, hade vid bäckens rensning röd skiffer uppkastats på ett ställe ungefär 600 m ONO om Ramsåsa kyrka.

Och i en brunn c:a 300 m Ö om kyrkan hade anträffats »röd flis», en bergart fullständigt liknande den skiffriga sandstenen VSV om kyrkan. — Denna sistnämnda iakttagelse bestyrkes af GRÖNWALL, som granskat det ur en nygräfd brunn vid smedjan (således i närheten af sist nämnda ställe) upptagna materialet. Detta visade sig vara en mörk, skiffrig sandsten, fullt lik sådan i stenbrottet; äfven brun, multnande skiffer lär ha funnits i brunnen.

III. Ny fyndort inom Ramsåsafältet.

Som nämndt upptar GRÖNWALL å sin kartskiss öfver Ramsåsatrakten en lokal *G*, som i texten äfven kallas »MOBERGS lokal». Å denna hade MOBERG i östra brinken till en liten bäck (Trydeåns vestligaste norrifrån kommande tillflöde) träffat kalkstensband, fyllda af en mussla, antagligen *Cucullella ovata;* vid tiden för GRÖNWALLS undersökning var emellertid allt doldt genom ras eller nedvräkta större stenar, så att der då ej längre var något att se. Vid en senare undersökning, 1906, fann MOBERG dock, strax N om den förra observationspunkten, berggrunden synnerligen väl tillgänglig i vinkeln mellan källflödena till samma bäck. Berggrunden gick delvis direkt i dagen å den här oodlade jordremsan; de lägre delarne af den i sin helhet 6,7 m höga profil, som här kunde upptagas, måste dock blottas genom gräfning. Lagren, som bestodo af röd lerskiffer, stundom något grönprickig, med linser eller band af rödaktig, delvis kristallinisk kalksten, stupade 18 à 20° mot S 35° O (i öfre delen) à S 20° O (i lägre delen) [1]. I understa metern, d. v. s. nära den vestra bäckgrenens nivå, var den tillgängliga bergarten mest omvandlad till en röd lera. Härvarande lager voro rika på fossil, vissa skikt voro alldeles fyllda af ostrakoder. Å denna lokal, som i anslutning till den af GRÖNWALL använda beteckningen må kallas lokal *I*, anträffades följande fossil:

Crinoid (stjelkled)
Tentaculites tenuis Sow.
» *annulatus* Sow.
Serpulites longissimus MURCH.
» alia sp.
Pholidops antiqua v. SCHLOTH.
Spirifera sp.
Rhynchonella borealis v. SCHLOTH.
Chonetes striatella DALM.
» *Piperi* n. sp.
Pterinea sp.
Cucullella ovata Sow.
Lucina? subquadrata GRÖNWALL
Grammysia triangulata Sow.
Sanguinolites anguliferus M'COY
Bellerophon expansus Sow.
Holopella obsoleta Sow.?
Hyolithus scanicus GRÖNWALL
Orthoceras sp. (annulat, längdstrierad)
Leperditia inæqualis GRÖNWALL

[1]) Anmärkningsvärdt är, att denna stupningsrigtning är alldeles densamma som den, hvilken förut observerats å lokal *H*, längre i S. Det vill häraf synas som skulle vid Ramsåsafältets vestra rand stupningen vara sydostlig, medan den i fältet i öfrigt mest är vestlig.

Aparchites obsoletus JONES et HOLL
Primitia mundula JONES
Beyrichia Buchiana JONES
» *Maccoyiana* JONES
» *nodulosa* BOLL
» *scanensis* KOLM.
» *spinigera* BOLL
Beyrichia Steusloffi KRAUSE
Kloedenia Wilckensiana JONES
Thlipsura tetragona KRAUSE
Cytherellina siliqua JONES
Bythocypris triangularis GRÖNWALL
Calymmene intermedia LINDSTRÖM

Flertalet af dessa arter gå genom hela lagerserien. Bland dem, som träffas mera allmänt, tyckas dock ett par, nämligen *Serpulites longissimus, Tentaculites annulatus* och *Beyrichia spinigera*, här vara begränsade till de undre lagren. Någon uppdelning i skilda lag synes emellertid ej kunna sättas i fråga, tvärtom torde hela skiktserien böra räknas till GRÖNWALLS *lag 3*, som sålunda här visar ej obetydlig mägtighet. I de olika skikten finner man ofta nog än en, än en annan art förekomma så godt som allenarådande. Att ostrakoderna ofta uppträda på detta sätt är redan i det föregående omnämndt; som andra exempel skulle kunna anföras *Chonetes*-arterna samt *Cucullella ovata*, denna senare mest i sällskap med ett par andra mera sparsamt inblandade musslor.

Äfven i backsluttningen omedelbart vester om den nu beskrifna fyndorten är berggrunden tillgänglig utan större svårighet. De fasta lagren, i hvilka nedträngdes omkring 0,5 m, täcktes emellertid här af c:a 2 m röd lera. Stupningen var 20° à 35° mot SO, således i det stora hela alldeles densamma som i den nyss beskrifna profilen. Visserligen låg denna senares lägsta del ända nere vid den vestra bäckgrenens nivå, under det att de lager, som här blottats, befinna sig åtskilligt högre upp, men på grund af skiktens stupning och afståndet mellan båda profilerna kunna säkerligen de vestligaste lagren anses vara det mer eller mindre direkta liggandet till den ofvan beskrifna stora profilen. På grund häraf ha vi kallat det hela lokal *I*, men särskilt de undre vestliga lagren såsom *Ia*, de öfre, i stora profilen blottade, såsom *Ib*.

Bergarten å *Ia* är mestadels en något flasrig rödgrå, ofta grönprickig, om torkadt slam erinrande bergart (»mud-stone»), i vissa skikt med kalkstensartade, ej skarpt begränsade partier af grå eller vanligen rödlett färg; mera sällan är kalkstenen kristallinisk, starkt rödfärgad. Här och hvar, i synnerhet i de kalkstensartade partierna, äro fossil ymniga. Bland dem märkas musslor (illa bevarade), *Chonetes striatella* DALM., *Beyrichia scanensis* KOLM., *Cytherellina siliqua* JONES, *Tentaculites tenuis* SOW. och crinoidstjelkled. Här och hvar äro dessa senare dominerande och befunnos till och med på ett ställe, inbäddade i en starkt röd lera, enbart för sig bilda ett millimetertjockt skikt.

IV. *Lag 1* anträffadt i Ramsåsatrakten.

Ramsåsafältets hittills kända silurförekomster tillhöra alla, såsom redan i det föregående framhållits, GRÖNWALLS *lag 3* eller *lag 4*. Samtliga hithörande fyndorter ligga i eller V om Ramsåsa by, helt nära hvarandra, utefter norra sidan af Trydeån, hvilken föga mer än 1 km V om byn utmynnar i det Fyledalen genomflytande vattendrag, som i sitt nedre lopp kallas Köpingeån. NV om Ramsåsa ligger Röddinge, SO om Ramsåsa Benestads by, båda på nordöstra sidan af Fyledalen, som från Benestad (eller det V derom på motsatt sida om dalgången liggande Lyckås) kan följas med nordvestlig rigtning, förbi Trydeåns tvärdal och den något nordligare belägna Högestads jernvägsstation, upp mot Röddinge och derifrån vidare med mera vestlig rigtning bort förbi Eriksdals station, hela vägen bildande en skarpt markerad däld, i bredd varierande mellan 200 och 700 m. Norr om Eriksdal vidgar sig deremot dalgången hastigt. Gränsen mellan silur i NO och mesozoiska bildningar (först lias sedan krita) i SV följer dalgången, så länge denne går i SO—NV, men då dalen, som nämndt, i trakten vid Röddinge tar en mera vestlig rigtning, öfvertvärar också den nämnda gränslinjen dalgången. Fortsättande i nordvestlig rigtning träffas gränslinjen sålunda å Fyledalens norra sida mellan Röddinge och Kurremölla.

Såsom förut omtalats, når Ramsåsabildningen ej ända fram till Fyledalen, enär en af urberg och kambrisk sandsten bestående smal horst, som i V afskär Ramsåsabildningen, här på en liten sträcka utgör Fyledalens nordöstra vägg. Såväl N som S om horsten träffas i dalgångens norra sida endast grå bergarter, öfvervägande lerskiffer med kalkstensband, hvilka, på många ställen fossiltomma, dock genom de här och hvar deri anträffade fossilen visat sig vara af colonusskifferns ålder. Kontakten mellan dessa grå skiffrar och Ramsåsabildningen har ej kunnat åtkommas. Närmast österut från Ramsåsa äro de lösa jordlagren så mägtiga, att berggrunden ingenstädes kommer till synes, men längre bort finner man äfven åt detta håll gråa skiffrar, hvadan det synes troligt, att Ramsåsafältet, frånsedt den mot V afskärande horsten, rundtom inneslutes af de meranämnda grå skiffrarne.

GRÖNWALL omtalar i sitt förut anförda arbete en gammal lertägt S om Fylans tegelbruk såsom den Ramsåsafältet närmaste punkt der silur anträffats. Å här bifogade karta är denna punkt betecknad med siffran *3*. Lagren äro så fullständigt

sönderpressade, att hvarje sökande efter fossil deri är hopplöst. Vid lagrens veckning ha mellan skikten tomrum uppstått, hvilka sedan utfyllts af kolsyrad kalk, som sålunda bildar tunna band i mergelskiffern. Strax N om denna fyndort träffas en annan (å kartan betecknad *4*), der likaledes en grå mergelskiffer kommer till synes. Skiffern är här blottad å ömse sidor om vägen från tegelbruket mot Stenby. Å vägens östra sida, der man på sista tiden hemtat sitt för tegelbrukets behof nödiga material, finnes en synnerligen vacker skärning, visande, hurusom skiffern genom veckning och pressning fullständigt förskiffrats och alldeles mistat sin ursprungliga struktur.

Det har emellertid på senaste tid lyckats påträffa den grå mergelskiffern anstående åtskilligt närmare Ramsåsafältet och detta dertill i relativt orubbade lager, rika på väl bevarade fossil. Den nya fyndorten är belägen omkring 100 m N om tegelbruket vid ungefär halfva höjden af sluttningen ned mot dalgången. Skifferfragment synliga i en uppför sluttningen ledande gångstig föranledde här gräfning, som vid ungefär 1 meters djup blottade fullt fasta lager. Mergelskiffern med deri inlagrade kalkstensband och -linser skiljer sig petrografiskt ej i något väsentligt från colonusskiffern, men faunan är af annan art och, som det vill synas, snarast öfverensstämmande med den i GRÖNWALLS *lag 1* hemmahörande. Fyndorten är sålunda att sammanställa med Ramsåsafältet, och har derföre å den bifogade kartan betecknats med bokstafven *K*. Följande fossil äro här anträffade: *Chonetes striatella* DALM., i vissa bankar helt fyllande bergarten, *Rhynchonella borealis* SOW., *Spirifera elevata* DALM., *Orthis* sp., *Strophomena* sp., *Pholidops antiqua* v. SCHLOTH., *Sanguinolites anguliferus* M'COY, *Pterinea retroflexa* WAHL., *Tentaculites annulatus* SOW., *Thlipsura tetragona* KRAUSE, *Beyrichia* sp., *Calymmene intermedia* LINDSTR., *Phacops Downingiæ* MURCH.. *Homalonotus Knighti* KOEN. (allmän), *Pterygotus* sp. (en antenn-klo), crinoidstjelkled och en bryozo, *Eridotrypa scanensis* HENNIG n. sp.

Särskildt trilobiterna äro att räkna som karakteristiska för *lag 1*, i hvilket ju äfven *Pterinea retroflexa* hör hemma, äfven om dess vertikala utbredning ej är helt begränsad dertill.

Fyndet härstädes af nämnda lag är af intresse ur två synpunkter. Å ena sidan visar nämligen förekomsten, att dessa trakters grå mergelskiffer ingalunda alltid är att räkna till colonusskiffern och å andra sidan lemnar den ett visst stöd för den åsigten, att colonusskiffern och Skånes yngsta gotlandium ej äro blott samtidiga bildningar af olika facies, ty då skulle väl ej båda vara representerade i en och samma trakt. Tyvärr är vår kunskap om colonusskifferns fauna ännu alltför bristfällig, för att vi på den vägen skulle med större säkerhet kunna nå frågans lösning.

Fortsätter man från lokal *K* längs utefter backsluttningen vidare mot nordvest till Trydeån, träffar man ej flera ställen, der berggrunden synes tillgänglig. Ej långt

från lokal *K* är, på grund af här frambrytande källsprång, som helt visst antyda förkastningar i berggrunden, sluttningens nedre del sumpig. (Sluttningens öfre del består allestädes af rullstensgrus). Något norr om sumpmarkerna fans vid gräfning endast en bjert röd, seg moränlera, som fortsatte till åtminstone ett par meters djup. Å sina ställen var leran anmärkningsvärdt stenfri. En liknande, men något mera oren lera träffades ock en 100 m längre mot NV. — S om jernvägsbron öfver Trydeån gjordes ett allvarligt försök att under det mägtiga rullstensgruset träffa fast berggrund, men detta visade sig här ogörligt.

V. Colonusskiffern.

Redan i det föregående har redogjorts för colonusskifferns utbredning inom här ifråga varande område. Och vi ha äfven haft exempel på, att traktens grå mergelskiffer ingalunda alltid tillhör colonusskiffern. Men äfven om vi derföre måste uttala oss med en viss reservation, när det gäller åldern af dylika lager, hvari karakteristiska fossil ej kunnat påvisas, blir det dock å andra sidan äfven nödvändigt att taga hänsyn, dels till den omständigheten, att inom ganska betydande skiktkomplex af colonusskiffern fossilfattigdom nästan kan sägas vara ett karaktärsdrag, dels dertill att äfven stratigrafiska förhållanden enbart mången gång kunna lemna tillräcklig ledning för åldersbestämningen.

Vi ha förut omnämnt, att den grå mergelskiffer, som anstår utefter Fyledalens norra sida, genom Ramsåsafältet delas i två skilda områden, ett nordvestligt och ett sydostligt. Beträffande det sistnämnda ha vi redan i det föregående framlagt några iakttagelser från de observationspunkter (*3* och *4*), som befinna sig närmast S om Ramsåsafältet; för tillfället fins ej heller något mera att tillägga om detta område. Det nordvestra deremot har i senare tid varit föremål för en mera detaljerad undersökning. Då vi i det följande redogöra för de gjorda iakttagelserna, komma de olika observationspunkterna (*5—18*) att omtalas i ordning från SO mot NV.

5. Föga mer än hundra meter N om de gamla stathusen SO om Högestads station träffar man i skogsgränsen en liten lertägt, nedskuren i grå mergelskiffer, alltför lös och vittrad att fossil deri skulle stå att finna.

6. Följer man från nämnda lertägt skogsgränsen 100 m vidare mot NV, ser man grå mergelskiffer med kalkstenslinser blottad i en liten från NNO kommande bäck. Vid gräfning i den höga bäckbrinken lyckades det emellertid ej komma åt fullt fast klyft. Bestämbara fossil påträffades icke.

7. Midtför norra ändan af Högestads stationsområde träffades högt uppe i backsluttningen fast klyft vid ett djup af omkring en half meter. De fossiltomma lagren, grå mergelskiffer med kalkstenslinser, stupade 25° mot SO.

8. *Stafringabacken.* Strax N om Fylans skogvaktarboställe leder en liten väg tvärs öfver mossen bort till randen af skogen å dalgångens nordöstra sida. Fortsätter man en liten skogsväg rätt inåt skogen och utefter en liten, mellan de höga

backarne framslingrande bäck, kommer man, efter att ha passerat det här c:a 450 m breda skogsbältet, fram till en hög tvärbrant skiffervägg, ofvanför hvilken den s. k. Stafringabacken är belägen. Berggrunden utgöres af en (stora kalkstenslinser inneslutande) grå skiffer, stupande 35° i N 70° O. Ställets fugtighet och skogens dunkel försvåra en noggrannare undersökning af den annars väl tillgängliga profilen. Vid den flygtiga undersökningen anträffades inga fossil. Antagligen är det dock verklig colonusskiffer, som här förefinnes. Derför talar bland annat, att *Monograptus colonus* Barr., *M. dubius Suess?* och *Cardiola interrupta* Sow. anträffats i en mild, lös skiffer högt uppe i den V om Stafringabacken belägna skogshöjden (»Smörtoppen»). Mellan fastare skifferflak, stupande 25° à 27° mot S 50° V funnos der helt till lera förvittrade lager; det är möjligt, att fullt fast klyft här ej varit nådd.

Om man efter att ha passerat ofvannämnda väg öfver mossen följer en utmed skogsbrynet löpande väg mot NV, kommer man efter c:a 300 m till Slagarpsbäcken och uppfartsvägen mot Slagarp. Från detta ställe fortsätter i nordvestlig rigtning en liten skogsväg, som till en början går inne i sjelfva skogen. I vinkeln mellan denna skogsväg och Slagarpsvägen fins en ganska vidsträckt aflagring af lös pulverformig kalktuff.

9. Å den sistnämnda skogsvägens norra sida och c:a 100 m från Slagarpsbäcken, blottades grå lerskiffer i fast klyft, men denna var dock här föga tillgänglig. — Efter vidare ett par hundra meter böjer skogsvägen, som längre fram, nära gränsen mot Snogeholm, svänger upp mot Röddinge, ut ur skogen och in på en äng, som i SV begränsas af Ekebjer. Skogen, som i NO begränsar ängen, visar ungefär vid ängens midt en stark inbugtning, i hvilken en liten bäck utmynnar.

10. Vid pass 75 m SO om sistnämnda bäck träffas en smal i NO gående skogsgata, som kan följas omkring 75 m inåt skogen. Vid ändan af skogsgatan är grå lerskiffer lätt tillgänglig i den brant uppstigande backen. Lagren stupa 30° i N 60° O.

11. *Hjortsölan.* Helt nära mynningen af den (under *9* omnämnda) lilla bäcken utmynnar ett numera mest igenvalladt dike, som kan följas vid pass 125 m, med i hufvudsak nordvestlig rigtning, uppför den skogklädda höjden bort till en s. k. hjortsöla, en liten trågformig fördjupning med nästan metersdjup lersörja. Ofvanför »hjortsölan» träffas anstående grå lerskiffer, mestadels mild, men inneslutande tunna, någon gång dock ända till ett par cm tjocka, svårklufna, mera sandiga, brunaktiga skikt. I dessa finner man rikligt med fossil, hvilka dock mestadels äro illa bevarade och utan skal. Jemte en och annan *Orthoceras* och fragment af musslor träffas ej sällsynt *Cardiola interrupta* Sow. och *Monograptus bohemicus* Barr.; vidare förekomma ymnigt små brachiopoder samt representanter för en, som det tyckes, från Sverige hittills ej känd ostrakodfauna, hvilkens arter erinra om former af slägtena *Entomis*, *Bolbozoe* och *Aristozoe*. — Lagren stupa 35° mot SO.

12. Följer man den meranämnda lilla bäcken omkring 50 m inåt skogen, kommer man fram till en mindre skogsväg, som från ängen vid Ekebjer för till en mellan Röddinge och Slagarp belägen gård. Bäcken, som kan följas ännu ett stycke

utmed vägens östra sida, är på denna sträcka djupt inskuren. I en af brinkarne mellan vägen och bäcken var berggrunden ganska väl tillgänglig, om ock något dold af ras. Här finner man en mild skiffer med inlagrade band och linser af tät kalksten, stupande 15° mot S 40° V; fossil träffades ej.

13. Ekebjer. Detta är en från Fyledalens botten uppstigande i dalgångens rigtning gående skogklädd ås, vid pass 250 m lång. I södra delen temligen låg, höjer den sig i norra delen ej obetydligt och får der en skarp kam med brant sluttande sidor. Åsen upphör en hundra meter S om gränsen mot Snogeholm, men kan dock spåras i terrängen ännu ett stycke längre mot NV. I södra delen af åsen består berggrunden af en mild skiffer, som dock på grund af bristande genomskärningar ännu ej blifvit närmare undersökt. I norra delen deremot träffar man i åsens skarpa rygg allestädes Odarslöfsskiffer blottad eller åtminstone lätt tillgänglig Den tjockbankade, grå, af små hvita glimmerfjäll fyllda sandstenen mellanlagras här ej af någon lerskiffer. I lagren, som stupa 30° à 40° mot N 70° O, träffas inga fossil; deremot äro små rundade lerfläckar vanliga. Vissa skiktytor äro egendomligt skrynkliga och få genom en ytterst tunn lerhinna utseende af att vara liksom glaserade.

Bergarten öfverensstämmer sålunda i allo med den vid Odarslöf m. fl. ställen uppträdande sandstensskiffer, som fått namn efter den nämnda orten [1]). I regel fossiltom, för den dock på sina ställen, så t. ex. vid Odarslöf, colonusskifferns graptoliter, om ock i sparsamma, illa bevarade exemplar. Och enligt »Beskrifning till kartbladet Lund» är den vid Trullstorps väderkvarn i S. Strö socken rik på ***Monograptus colonus*** **Barr.** och ***M. bohemicus*** **Barr.** Den öfverlagras der af vanlig cardiolaskiffer med ***M. bohemicus.*** Odarslöfsskiffern räknas också såsom tillhörande colonusskifferns ***undre*** del.

14. Ekebjers Odarslöfsskiffer kan på Snogeholms egor följas vidare mot NV. Första stället, der den dyker upp, är en liten ut mot stora dalgången friskulpterad kulle i sjelfva skogsbrynet strax N om gränsen mot Högestad. Bergarten, som blottades till ett par meters mägtighet, stupar 30° à 40° mot S 80° O.

15. Något längre i NV, ej långt från Röddingebäcken, träffades vid gräfning ett stycke upp i skogsbacken på ringa djup anstående Odarslöfsskiffer, som här öfverlagrades af en mild skiffer. Lagren stupade 27° mot NO. — Vid ett senare besök var marken täckt af löf och kunde skärningen ej återfinnas. Läget å kartan har derför ej kunnat kontrolleras.

16. Just der, hvarest Röddingebäcken kommer in i det skogsbälte, som följer Fyledalens norra sluttning, ligger ett stathus. Ungefär 50 m Ö om detta stathus träffas i krönet af en hög skogsbacke anstående Odarslöfsskiffer, stupande 30° mot S 70° O. Denna fyndort ligger knappast mer än 150 m S om sydligaste profilen i Röddinge Lerberg (lokal *17*), om hvilket vi snart skola tala (se följande sida.)

---

[1]) Jfr Tullberg, S. A.: *1882,* s. 14 och De Geer, G.: *1887,* s. 19 och 20.

Dessförinnan vilja vi dock med ett par ord omnämna de två vestligaste punkter, der, efter hvad det vill tyckas, colonusskiffer i denna trakt är till finnandes, om också ovedersägligt fast klyft ej kunnat direkt påvisas. Om båda kan sägas, att de måste ligga i silurområdets yttersta gräns åt detta håll, enär liaslager observerats omedelbart V om desamma.

18. Vid norra sidan af vägen från Röddingeberg mot Kurremölla finnes på ett afstånd af 400 m från förstnämnda gård en gammal (numera delvis stenfylld) vattenfylld mergelgraf. Vid gräfning å dennas södra sida träffades på ett djup af 2,5 m under jordytan starkt sönderrifna lager af grå mergelskiffer; tillströmmande vatten hindrade gräfningens fortsättande.

Denna lokal är, som af kartan synes, belägen rätt långt i N från sjelfva dalgången, men äfven utmed denna ha vi en observationspunkt (lokal *19*), egnad att skarpt markera silurens vestra gräns.

19. Denna i dalgångens norra backsluttning belägna fyndort befinner sig omkring 250 m V om Röddingebäcken. Här iakttogs silurisk skiffer i brinken till en gammal bäckränna, men fullt fast, frisk skiffer lyckades det ej få fram.

17. *Lerberget* i Röddinge. Såväl genom den lätt tillgängliga skifferns mägtighet, som genom den relativa fossilrikedomen i en del af skikten, är detta den mest betydande fyndorten inom områdets colonusskiffer och sålunda värdt en något utförligare beskrifning. Visserligen har Moberg nyligen på annat ställe (Moberg, J. C. och Törnquist, S. L. *1908*) redogjort för lokalen ifråga, men en öfversigt af de geologiska förhållandena derstädes torde dock här ej böra utelemnas; ett eller annat tillägg kan då också komma på sin plats.

Lerberget ligger i vinkeln mellan Röddingebäcken och dess från vestra delen af Röddinge kommande tillflöde. Den mot S fritt framskjutande triangulära platån har ganska branta sidor med berggrunden mot vester direkt blottad eller åtminstone ganska lätt tillgänglig. Den östra sidan är deremot mera jordtäckt. Sydligaste delen, som bildar en något lägre terass, är ock mest dold af lösa jordlager. Den nordliga delen, som ligger i jemnhöjd med omliggande trakt, är visserligen nu utlagd till åker, men har förut upptagits af små lertägter, så att berggrunden der i sjelfva verket allestädes går ända upp i ytan. Profiler genom de anstående lagren ha här upptagits på trenne ställen. De i dessa profiler undersökta lagren ha en sammanlagd mägtighet af ungefär 11 m, men lagerserien i dess helhet torde vara en 13 à 15 m. I de undre lagren uppgår stupningen ända till 25° mot N 42° O, i de öfre iakttogs deremot en stupning af blott 10° mot N. Af de tre profiler, som undersökts, visade en, som upptogs vid Lerbergets sydligaste ända, de *undre* lagren; de *mellersta* undersöktes å vestsidans midt, invid den der liggande stugan, de *öfversta* lagren åter i vestsidans nordligaste del. Som nämndt vexlar lagerställningen i någon mån på olika ställen. Delvis beror detta derpå, att de kalkstenslinser, som äro inbäddade i skiffern, störa lagringens regelmessighet, men de glidytor och kalkspatfyllda remnor, som emellanåt anträffas, visa otvifvelaktigt, att äfven verkliga sätt-

ningar inom skifferkomplexen bidragit till den vexling i stupningens storlek och rigtning, som allestädes — ej blott här i Lerberget — gör sig märkbar.

Bergarten består af skiffrar och kalkstenar. De förra utgöras dels af en lätt vittrande mergelskiffer, dels af mera sandiga, glimmerrika skikt, båda stundom vexlande i papperstunna skikt. Kalkstenarne bilda någon gång sammanhängande tunna skikt eller band, än af fullständigt tät, alltid fossiltom bergart, än åter ganska grofkristalliniska, ej sällan fossilförande. Vanligare är dock, att kalkstenen uppträder i form af oregelbundna linsartade partier, hvilka mestadels ej äro skarpt afgränsade från skiffern och derföre snarast skulle kunna karakteriseras som kalkrikare partier i skiffern. Ofta nog kan man också följa skiktningen från skiffern ett stycke in i kalkstenen. I af vittring påverkade kalkstenar af detta slag ser man stundom utkilande skikt af sandigare material, ofta nog rika på ostrakoder.

Som nämndt, äro fossil i somliga lager rätt ymniga. Faunan, som i allmänhet har karaktären af en dvergfauna, är visserligen ganska formrik, men som bevaringssättet i allmänhet just ej är det bästa, är det i det stora hela ett fåtal former, som kunnat till arten fullt säkert bestämmas. .En närmare bearbetning af faunan kräfver större material, än hvad hittills hunnit insamlas. Redan nu kan emellertid fastslås, att colonusskifferns fauna är mera rikhatig, än man hittills torde ha förmodat. En på paleontologiska grunder fotad jemförelse mellan den skånska colonusskiffern och andra trakters likåldriga gotlandiska bildningar torde dermed också rycka sitt förverkligande något närmare. För tillfället måste vi emellertid nöja oss med en allmän öfversigt öfver de i Lerberget anträffade formerna.

Bland de allmänt uppträdande arter, som genomgå hela skiktkomplexet, märkas först och främst de båda, från hvilka denna lagerserie lånat eller lånar sitt namn, nämligen *Cardiola interrupta* Sow. och *Monograptus colonus* Barr.

Monograptus dubius Suess har blott antecknats från de öfre lagren, men dervid är att märka, att bevaringssättet knappast tillåter att säkert skilja mellan denna art och den varietet af *M. colonus*, som här är rådande. *Monogr. bohemicus* Barr. förekommer allmänt liksom *M. colonus*, ofta nog ensam fyllande hela skikt, men egendomligt nog har den ej antecknats från de undre lagren. Öfriga graptoloidea äro mera sällsynta. *Monogr. Roemeri* Barr. och *M. Nilssoni* Tullberg äro endast funna i de undre lagren. *Monogr. scanicus* Tullberg tyckes väsentligen tillhöra de mellersta lagren, äfven om den ej heller alldeles saknas i de undre. I öfre delen af den profil, som upptagits i Lerbergets sydligaste del, finner man en 3,25 m. mägtig horisont, särskildt i öfversta delen rik på retioloidea, bland hvilka *Plectograptus macilentus* Törnquist är den vanligaste arten; jemte denna träffas äfven *Retiolites spinosus* Wood och sällsynt *Gothograptus nassa* Holm sp.

Illa bevarade *orthocerer* förekomma hela lagerserien igenom, och i öfre delarne ha också ett par exemplar af en *Discoceras?* anträffats.

Brachiopoder (spp. indet.) äro i vissa kalkband, särskildt i öfversta delen, ymniga. Som sällsynthet har *Orthis biloba* L. funnits i de undre lagren, likaså *Pholidops antiqua* v. Schloth.

Tentaculites tenuis Sow. uppträder sparsamt i såväl öfre som undre lager.

Af *Favosites gotlandicus* L. ha ett par exemplar anträffats på ett ställe i de understa skikten.

Crinoidstjelkled förekomma såväl i öfre som undre lagren men öfverallt temligen sparsamt.

Bryozoer äro ej sällsynta i de undre lagren men äro för dåligt bevarade att kunna bestämmas.

En *Discinocaris?* sp. och en *Plumulites* sp. äro påträffade i de öfre lagren.

Trilobiter äro relativt sällsynta, men ha träffats såväl i öfre som undre delarne af lagerserien. Följande slägten äro att nämna, *Proetus* (vanligast), *Acidaspis, Lichas, Calymmene* och *Phacops.*

Ostrakoder förekomma i rikligare mängd väsentligen inom 3 skikt, af hvilka ett tillhör de öfre, två de undre lagren. I det **understa** af dessa skikt finner man mycket allmänt *Beyrichia* cfr *Jonesi* Kolm. och *Beyr.* cfr *Kloedeni* M'Coy samt dessutom *Beyr.* cfr *spinigera* Boll, *Beyr. Maccoyiana* Jones och *Primitia mundula* Jones. Inom de **öfre** lagrens ostrakodfauna finner man *Beyr. Jonesi* Kolm.?; *Beyr. spinigera* Boll?, *Beyr. Maccoyiana* Jones?, *Beyr. Steusloffi* Krause, *Primitia mundula* Jones?, *Thlipsura tetragona* Krause och *Aparchites* sp.; ingen af arterna synes vara öfvervägande. — Bland de nämnda arterna tilldraga sig särskildt *Beyr. Jonesi* och *Beyr. Kloedeni* vårt intresse, derför att de äfven förekomma på Gotland, der de vid Mulde, Fröjel och Eksta äro synnerligen allmänna. Identiteten mellan de skånska och de gotländska formerna är visserligen ej att betrakta som fullt afgjord, detta beroende dels derpå, att exemplaren från Röddinge äro illa bevarade, dels derpå, att de gotländska formerna ännu ej blifvit tillfredsställande beskrifna, men säkert är dock, att den formkrets, till hvilken de två nämnda arterna höra, alldeles icke är representerad i Skånes yngre gotlandiska bildningar (Ramsåsabildningen). Äfven mellan öfre och undre delarne af profilen fins en viss olikhet: *Beyr.* cfr *Jonesi,* som i de undre delarne är så vanlig, är i den öfre delen sällsynt, och vidare ingår i denna senare några yngre element, bland hvilka särskildt märkas *Beyr. Steusloffi* Krause.

Bland de fossil, som ofvan anförts, synes oss *Favosites gotlandicus* L. synnerligen anmärkningsvärd. Enligt Lindströms »List of the fossil faunas of Sweden. II Upper silurian» är nämligen denna korall å Gotland endast funnen i de allra äldsta lagren (zonerna *a* och *b*) Detta fossil borde sålunda ange en ganska hög ålder för colonusskiffern. Men å andra sidan äro de få, små fragment, som vid Lerberget anträffats, väl knappast egnade att läggas till grund för en åldersbestämning; de förekomma nämligen under sådana omständigheter, att de mer än väl skulle kunna antagas vara insvämmade, sålunda här sekundära.

Vi komma härmed in på en annan fråga, nämligen spörsmålet om colonusskifferns bildningshistoria. Det sandiga materialet, som hela skiktkomplex igenom kan vara tomt på fossil, Odarslöfsskiffern med dess egendomligt skrynkliga skiktytor samt de ymniga kalkinlagringarne tyda ofelbart på ett grundare vatten än det,

hvari Skånes öfriga gotlandiska graptolitskiffrar aflagrats. Som vi erinra oss, ansåg Eichstädt colonusskiffern vara en djuphafsbildning; han har härvid tydligen gått ut från, att en graptolitförande skiffer *måste* vara en bildning från djupare vatten. Men redan det sätt, på hvilket graptoliterna uppträda i colonusskiffern, torde få anses vittna om ett grundare vatten, dit graptoliterna inspolats från djupare haf. I annars fossiltomma skiffrar träffar man nämligen här ej sällan graptoliter ansamlade under de oregelbundet halfcylinderformiga kalkstenar, som så ofta utfylla mer eller mindre rännformiga fördjupningar i skifferns mera sandiga material. Graptoliterna ligga då merendels alla i rännans längdrigtning. Äfven der de täcka hela skiktytor, finner man ofta en dylik ensartad orientering. Och der vi träffa retioloideas sirligt byggda gallerverk anhopade, ligga dessa i regel ej på tydliga skiktytor, utan liksom inbäddade i slammet.

Af ofvan lemnade uppgifter om lagrens ställning inom colonusskifferns här afhandlade norra parti framgår, att denna, hvad stupningens såväl rigtning som storlek beträffar, är ganska vexlande; i stort sedt kan dock lagrens stupning sägas vara östlig, med mer eller mindre stark dragning mot S eller N. Några mera betydande lagerstörningar eller egentliga förkastningar ha här ej synts till, lika litet som en sådan stukningszon, som den, hvilken i S tyckes begränsa Ramsåsabildningen.

VI. Ramsåsabildningens fauna.

Artbeskrifning.

Annelidæ.

Serpulites longissimus MURCH.
Tafl. II, fig. 3.

1839. *Serpulites longissimus* MURCHISON, s. 608 och 700, pl. 5, fig. 1.
1860. *Campylites* » (MURCH.) EICHWALD, s. 676, pl. 34, fig. 10.
1873. *Serpulites* » » MURCHISON, s. 234, pl. 16, fig. 1.
1885. » » » FERD. RÖMER, s. 107, pl. 7, fig. 12.

Maskrör nästan jemnbredt, så småningom afsmalnande, bågformigt krökt. Dess skal hvitt, skiktadt, något opaliserande, tjockare vid kanterna, hvilka på i skiffer bevarade exemplar bilda två upphöjda ränder. Stundom kan man iakttaga, att skalet är tvärsöfver rynkadt, med grunda veck.

Förekommer sparsamt i de öfre lagren i stenbrottet samt vid lokal *I*. Fossilet finnes bevaradt både i skiffer och i sandsten. De längsta stycken, som funnits, ha en längd af 14—15 cm med en bredd af 10—12 mm. Tjockleken af maskröret med innesluten bergart är hos i sandsten bevarade exemplar 3—3,5 mm, medan den på i skiffer bevarade exemplar endast uppnår 1—1,5 mm.

I England förekommer arten i Wenlock och Ludlow. MURCHISON säger om denna form (*1872*, s. 234) »It is one of the type fossils, which most attracted me, when I first traced the range of the upper Ludlow rock». Arten är också funnen på Ösel, alltså i den estländska silurens allra yngsta delar, SCHMIDTS *I* och *K*; likaledes förekommer den temligen allmänt i lösa block af beyrichiakalk på nordtyska slätten.

Förutom dessa maskrör, som med säkerhet kunna bestämmas, ha i kalksten och kalkhaltig skiffer funnits några få stycken, som nästan i allt utom i dimensionerna öfverensstämma med *Serpulites longissimus*. De äro endast 2—4 mm breda,

och krökningen är betydligt skarpare, så att krokliniens radie är ungefär 2 cm, medan den hos de större exemplaren af *Serpulites longissimus* är c:a 25 cm.

Materialet tillåter emellertid icke att afgöra, om dessa stycken möjligen äro begynnelsedelar af *Serpulites longissimus* eller tillhöra en annan art.

Bryozoa.

Eridotrypa scanensis Hng n. sp.[1])
Tafl. V, fig. 12, a och b; textfig. 1 och 2.

Det zoarium, som ligger till grund för följande beskrifning, bildar en cylindrisk, förgrenad stam af 2—2,5 mm diameter. Förgreningen är dikotom och liggande i olika planrigtning; afståndet mellan förgreningsställena vexlande, uppmätt maximum 10 mm. Ytan synes sakna monticuli.

Aperturerna (tafl. V, fig. 12 b) äro afrundadt hexagonala eller oregelbundet mångkantiga, af 0,16—0,24 mm diameter; på en långsgående linje af 2 mm längd komma 6—7 aperturer. Här och hvar, i oregelbunden och ojemn fördelning emellan aperturerna, synas små kantiga mikroporer (Hennig *1905*, sid. 6), hvilkas diameter sällan uppnår hälften af aperturernas. Vallen, af 0,03—0,04 mm bredd, är särskildt i vinklarna emellan aperturerna beväpnad med små runda knölar, acanthoporer, alltid smalare än vallen.

Vertikalsnitt genom zoariets axel (*textfig. 1*). Inom den axillära regionen äro djurhusväggarne tunna och svagt bugtade, inom den kortikala deremot tjockare. Kortikaldelen är ungefär 0,4—0,5 mm mägtig. Zooecialrörens vidd tilltar endast obetydligt närmare zoariets yta, beroende dels på en förtjockning af väggen, dels på en inskjutning af mikroecier. Djurhusen förlöpa från sin vertikala del i en någorlunda jemn båge snedt uppåt mot zoariets yta, i hvilken de utmynna under en vinkel af 90—110°. Diafragmer finnas knappast innanför kortikaldelen och äro, hvad beträffar zooecierna, alltid ytterst få äfven inom denna, om de ej alldeles saknas. I mikroeciernas kortikaldel synes de tätare anhopade.



Fig. 1

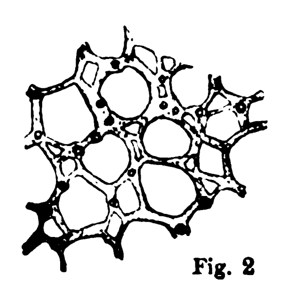


Fig. 2

Fig. 1. Vertikalsnitt genom zoariets axel; 35/1.

Fig. 2. Tangentialsnitt strax under zoariets yta; 35/1.

Tangentialsnitt strax under zoariets yta (*textfig. 2*). Detta visar de i tvärsnitt rundadt polygonala zooecialrören skilda från hvarandra af en vall, i hvilken inga

[1]) Nedanstående beskrifning med åtföljande teckningar har godhetsfullt ställts till vårt förfogande af Docenten Herr Lektor A. Hennig.

gränser synas emellan de olika djurhusens väggar. Mikroeciernas vidd är starkt vexlande. Acanthoporernas lumen ytterligt litet.

Arten påminner till sin allmänna habitus mycket om *Bythopora Ulrichi* Hng (Hennig *1908*, s. 44, tafl. 3, fig. 10—13; tafl. 6, fig. 6 och textfig. 50—52), men skiljer sig bestämdt från densamma genom sin inre byggnad; också med andra till fam. *Batostomellidæ* hörande svenska arter är en förvexling omöjlig. Detsamma gäller äfven de utländska batostomellider, som till sin yttre och inre byggnad beskrifvits så utförligt att en säker identifiering varit möjlig.

Funnen å lokal *K* vid Fylans tegelbruk (lag *1* af Ramsåsabildningen). Det väl bevarade exemplaret ligger vidhäftadt ytan af ett kalkstensband, men har till större delen varit inbäddadt i lösare skiffer, som lätt kunnat genom borstning undanskaffas.

Anthozoa.

Obestämbar korall.

Tafl. II, fig. 4.

Den enda lemning af koraller, som funnits vid Ramsåsa, är ett c:a 12 mm långt, nästan fullständigt exemplar af en rugos korall. Dess diameter är c:a 3 mm. Exemplaret är något slitet på ytan och visar icke mycket af epitekets skulptur. Polypariet har mycket tunna väggar och är mycket svagt utveckladt. Allt tyder på, att detta exemplar har lefvat under ogynnsamma förhållanden. Det är funnet på lokal *I a* och ligger inbäddadt i rödbrun lerskiffer.

Exemplaret är föga utveckladt och illa bevaradt, så att det är omöjligt att uttala sig, angående hvilket slägte det tillhör.

Brachiopoda.

Lingula cornea Sow.

Tafl. II, fig. 5 och 6.

1839. *Lingula cornea* (Sowerby) Murchison, s. 603, pl. 3, fig. 3.
1866—71. » » » Davidson, s. 46, pl. 2, fig. 28—35.
1872. » » » Murchison, pl. 34, fig. 2 samt fig. s. 141 o. 162.

Skal aflångt, nästan rektangulärt, sidorna subparallela, vid näbben stötande samman i jemn krökning till en vinkel, större än en rät. Skalets nedre rand nästan rak, med mer eller mindre rundade hörn. Skal svagt hvälfdt, högst i närheten af näbben.

Dimensioner: Största observerade fullständiga exemplaret har en bredd af 8 mm och höjd af 12 mm; dock finnas fragment, som visa, att arten uppnått större dimensioner.

Förekommer sparsamt i kalkstensbanden i den öfre delen af stenbrottet men temligen allmänt i kalksten öster om stenbrottet, dock mest i obetydliga

fragment, hvilka, när de förekomma mera rikligt, kunna ge bergarten ett spräckligt utseende.

Är i England funnen i Ludlow och tyckes endast förekomma i dennas allra öfversta del, »Passage beds». Angående förekomsten af denna och följande art har Davidson, l. c., mycket utförliga uppgifter.

Lingula minima Sow.

Tafl. II, fig. 7.

1839. *Lingula minima* (Sowerby) Murchison, s. 615, pl. 5, fig. 23.
1866—71. » » » Davidson, s. 48, pl. 2, fig. 36—44.
1875. » » » Lundgren, s. 11.

Afiång, bredast midtpå; sidorna endast vid midten parallela, jemnt konvergerande mot näbben under spetsig vinkel; nedre randen rundad. Skalen svagt konvexa.

Dimensioner: Ett större exemplar var 4,5 mm bredt och 8 mm långt; dock är arten vanligen mindre.

Arten förekommer i skiffrig sandsten i stenbrottet vid Ramsåsa samt är dessutom funnen i Helvetesgrafven vid Övedskloster.

Angående artens förekomst i England angifves, att den träffas i Downton sandstone och i Tilestones, medan *Lingula cornea* hör hemma i Passage beds.

Pholidops antiqua v. Schloth. sp.

Tafl. II, fig. 8 och 9.

1885. *Pholidops antiqua* (v. Schl.) Römer, s. 96 (343), tafl. 7 (30), fig. 6 a—d.
» » » » Verworn, s. 174.

Denna art är väl beskrifven och afbildad hos Verworn. I lösa block förekommer den synnerligen allmänt i Nordtyskland, men från fast klyft är den knappast känd utom från Skåne. På Gotland förekommer en art, som ofta blifvit sammanblandad med denna, men dock säkert kan särskiljas. Den gotländska formen torde vara identisk med den engelska *Pholidops implicata* Sow. För att fullständigt säkert ådagalägga skillnaden mellan dessa båda arter, lemnas här nedan en jemförelse mellan karaktererna hos *Ph. antiqua* från Ramsåsa och *Ph. implicata* från Fröjel på Gotland.

Ph. antiqua v. Schloth.	*Ph. implicata* Sow.
Längd 2 1/2—3 mm, bredd 2—2 1/2 mm. Omkrets ovalt triangulär—hjertformig; den öfre randen rak eller svagt inbugtad; den nedre något tillspetsad.	Längd 1 1/2—2 mm, bredd 1 1/4—1 1/2 mm. Omkrets äggformig; den öfre randen konvex, den nedre endast obetydligt tillspetsad i jemförelse med den öfre.

Umbo belägen närmre den öfre randen.	Umbo nästan centralt belägen.
De båda skalen nästan lika hvälfda.	Skal af olika hvälfning; det ena nästan platt, det andra konvext.
Skal tjockt, ogenomskinligt (på väl bevarade exemplar synes en färgteckning af från umbo radierande strimmor).	Skal tunnt, genomskinligt.
Tillväxtstrimmor talrika, föga upphöjda.	Tillväxtstrimmor fåtaliga, upphöjda.
Skalets yta jemn.	Skalets yta derigenom ojemn.

Genom denna jemförelse af båda arternas karakterer torde vara konstateradt, att på Gotland förekommer en från den skånska tydligen skild art. Den gotländska arten stämmer så noga öfverens med DAVIDSONS afbildning (*1866*, s. 80, tafl. 8, fig. 13—20), att det ej kan råda tvifvel om, att den tillhör *Ph. implicata* Sow.

Pholidops antiqua v. SCHLOTH. förekommer i lag *1* och *3* vid Ramsåsa samt temligen allmänt i samma lag vid Klinta och Bjersjölagård. I lösa block i Nordtyskland, särskildt i beyrichiakalken, förekommer den synnerligen allmänt, men någon uppgift om dess förekomst i ryska Östersjöprovinserna har ej kunnat påträffas.

Orthis cfr **crassa** LINDSTR.

I lag *3* ha på lokalerna *A* och *B* funnits några illa bevarade exemplar af en *Orthis*-art, som visserligen synes stå närmast *Orthis crassa* LINDSTR., men dock icke tillåter en säker identifiering.

Orthis crassa LINDSTR. förekommer i lag *1* både vid Klinta och Bjersjölagård. Den är äfven funnen på Gotland och i England.

Orthis sp.

Tafl. V, fig. 7 och 8.

Orthis l. Strophomena sp. GRÖNWALL 1897, s. 38 (225).

Skal föga hvälfdt, rundadt, dess största bredd något nedanför låsranden. Ventralskal svagt konvext, och dorsalskal nästan plant, så att tjockleken, i synnerhet på unga exemplar blir mycket liten. På ventralskalet skjuter umbo obetydligt fram öfver låsranden, som bildar en vinkel af c:a 165°. Låsets byggnad kan eljes icke ses. På dorsalskalet bildar låsranden en rät linje. Skalet är orneradt med 80—100 skarpa, upphöjda radialribbor, af hvilka ungefär fjerdedelen utgår från umbo. Mellanrummet mellan ribborna är plant och öfvertväras af fina koncentriska linjer.

Höjd (af ett större exemplar) 25 mm, bredd 18 mm.

Denna art förekommer sparsamt vid Ramsåsa i lag *1* på lokal *K* norr om Fylans tegelbruk och i lag *3* på lokal *H* vester om stenbrottet samt vid Klinta i lag *1*. Exemplaren äro icke synnerligen väl bevarade.

Den art, med hvilken, efter allt hvad vi kunnat se i litteraturen, vår form är närmast beslägtad, är *Orthis lunata* Sow. (DAVIDSON, *1869*, s. 215, tafl. 29, fig. 1—5)

från Upper Ludlow, men denna har begge skalen mycket starkare hvälfda och en tydlig sinus på dorsalskalet. Den långa och nästan raka låsranden närmar denna art något till slägtet *Strophomena*, men ventralskalets umbo visar dock en sådan byggnad, att samhörigheten med *Orthis* är mera sannolik.

Materialet af denna form är icke stort nog eller tillräckligt väl bevaradt, för att man skulle kunna beskrifva den som en ny art och gifva den namn. För öfrigt har ej heller nödvändigt jemförelsematerial för att säkert bedöma dess ställning stått till buds.

Strophomena impressa Lindstr.

Tafl. II, fig. 13.

1867? *Strophomena ornatella* (Salter) Lindström, s. 5 (N:o 181).
1882. » » » Tullberg, s. 12.
1888. » ? n. sp. Lindström, s. 26 (N:o 47).
1897. » *pulchra* n. sp. Grönwall (utan beskrifning och figur).
1902. » *impressa* (Lindström) Munthe, s. 232 och fig. 3 å s. 233.

Skal halfcirkelformigt, bredast vid den rätliniga låsranden, hvars hörn äro utdragna i små spetsiga vingar; nedre randen bildar en jemn båglinje.

Ventralskal temligen hvälfdt, dorsalskal svagt konkavt.

Skalet orneradt med c:a 40 skarpa, upphöjda, trådfina ribbor, af hvilka ungefär halfva antalet börjar vid näbben och de öfriga så småningom skjuta sig in. Mellan hvarje par af dessa gröfre ribbor förekommer en mycket fin, ofta endast med stark förstoring skönjbar, ornering af 4—8 svaga, undulerande strimmor. Skalet är ofta svagt tvärrynkadt mellan de gröfre ribborna. Tillväxtstrimmor otydliga. Låset och skalets inre delar ha ej kunnat studeras.

Skalets bredd c:a 21 mm, dess höjd c:a 13 mm.

Denna art förekommer vid Ramsåsa i lag *3* och finnes ganska allmänt i kalkstenen på lokal *H;* vid Klinta och Bjersjölagård finnes den i lag *1.* På Gotland är den funnen flerestädes i södra och östra delen af ön. Munthe omnämner den (*1902*, s. 232 och 271) såsom karakteriserande en blågrå, flisig, dolomitisk kalksten, som utgör ett vigtigt ledlag, hvilket från Lau backe kan följas genom Burs och Rone socknar ned till Eke.

Synonymiken af denna art är rätt invecklad, hvarför det torde vara lämpligt att gifva en mera utförlig framställning af densamma. Den art, som den står närmast, är *Str. ornatella* Salter (Davidson *1871*, s. 309, tafl. 43, fig. 16—20). Lindström har också *1867* sammanfört den engelska och den gotländska formen. 1885 och 1888 upptager han deremot i de då utgifna »List of the fossil faunas of Sweden», icke *Str. ornatella* och synes sålunda ha strukit arten ur Sveriges fossila fauna.

År 1895 öfversände jag (Grönwall) till Riksmuseum i Stockholm en samling fossil från Skånes gotlandium, deribland också ifrågavarande art, som jag bestämt

som *Str. ornatella*. Från Professor LINDSTRÖM mottog jag då ett bref af den 29 Dec. 1895, hvilket innehöll åtskilliga anmärkningar om de sända fossilen. Angående denna art skrifver han följande, som jag anser mig böra återgifva ordagrannt: »*Strophom. ornatella*. Den sända är den, som SALTER ursprungligen kallat så. Dermed har gått så till, att när jag 1861 var i London, så visade jag SALTER (i Museum Geol. Survey, Jermyn Street) mina gotländska exemplar, hvilka jag utan artnamn upptagit i min uppsats om Gotlands brachiopoder sid. 373, N:o 11, samt som N:o 73 sid. 381. SALTER tog då fram engelska ex. af densamma, äfven obenämnd, och föreslog, att vi skulle kalla den *Str. ornatella*. Men genom någon förvexling har DAVIDSON fått oriktiga exemplar att beskrifva och afteckna. Således måste vi för Gotlands och skånska arten afstå från namnet »*ornatella*». Deremot förtjenar det undersökas, huruvida icke DAVIDSONS *Stroph. corrugatella* är densamma. Denna går visserligen lågt ned, men jag kan ej nu finna någon annan. Eljest måste den få nytt namn».

Strophomena corrugatella DAVIDSON (*1871*, s. 301, tafl. 41, fig. 8—14) visar så stor olikhet i form och struktur, att den knappast kan vara identisk med vår form. En annan art, som man skulle kunna jemföra med vår, är *Str. sculpta* GAGEL (*1890*, s. 46, tafl. 3, fig. 21), men äfven här är skulpturen något skiljaktig. *1897* gaf jag derför vår art namnet *Str. pulchra* n. sp. utan att dock gifva någon beskrifning eller afbildning af densamma. MUNTHE, som *1902* omtalar vår art från sydöstra Gotland, omnämner, att han först bestämt den till *Str.* cfr *ornatella* SALTER, men sedan i Riksmusei samlingar funnit den af LINDSTRÖM benämnd med museinamnet *Strophomena impressa*. Han afbildar också s. 233 en kalkstensstuff alldeles späckad med denna art. Då MUNTHE sålunda lemnat en fullt säker afbildning af denna art, bör det namn *Str., impressa* LINDSTR., som han gifvit den, bibehållas, och namnet *Str. pulchra*, som icke stödes hvarken med afbildning eller beskrifning, indragas.

Strophomena sp.

Tafl. V, fig. 9.

I lag *1* på lokal *K* vid Ramsåsa har funnits ett ofullständigt exemplar (ett mycket konkavt dorsalskal) af en *Strophomena* med ganska karakteristisk ornering.

Arten har icke kunnat identifieras med någon i den tillgängliga litteraturen beskrifven art, men materialet är alltför obetydligt för att den skulle kunna uppställas som ny.

Chonetes striatella DALM.

Tafl. V, fig. 10 och 11.

Denna mycket utbredda art förekommer vid Ramsåsa synnerligen rikligt i röd kalksten vester om stenbrottet, på lokalerna *H* och *I*, och sparsamt i den bruna kalkstenen öster om stenbrottet, men tyckes saknas i sandstenen.

Den vid Ramsåsa förekommande formen är temligen liten och har jemförelsevis grofva ribbor. De afbildade exemplaren visa mycket tydligt taggarne på ventralskalets låsrand (fig. 10) och några veck vid dorsalskalets låsrand, hvilka torde stå i samband med ventralskalets taggar (fig. 11).

Arten förekommer i England (i Llandovery?, Wenlock och Ludlow), Estland, och Norge samt på Gotland. I Skåne finner man den också vid Klinta och Bjersjölagård. Möjligen kommer en närmare granskning af denna art att visa, att den består af flera väl skilda former.

Chonetes Piperi n. sp.

Tafl. II, fig. 14—16.

Skal nästan kvadratiskt, med de nedre hörnen afrundade, temligen flatt; ventralskalet svagt hvälfdt och dorsalskalet plant. Låsranden rak, försedd med 4 till 8 taggar, som i ungefär 45° vinkel stå ut från låsranden. Skalet nästan glatt, endast i kanten försedt med flacka ribbor, 30—40 till antalet, hvilka sällan gå längre in på skalet än en tredjedel af detta. Understundom delas skalet på längs af två tydliga ribbor och en fåra, hvilka från umbo gå ut till skalets nedre kant. Man ser derå också två eller tre mycket svaga koncentriska veck, som beteckna tillväxten.

Liten art, 3—4 mm bred. Höjden uppgår knappt till $^3/_4$ af bredden.

Genom sina flata skal och sin svaga skulptur skiljes denna art lätt från öfriga förr beskrifna arter af detta slägte.

Arten förekommer i lag *3* på lokal *I* och finnes i vissa skifferlag ganska talrikt. Den är också funnen i kalksten; exemplaren derifrån visa tydligt, att artens platta form icke har sin grund i sammantryckning.

Vi ha gifvit denna art namn efter grefliga familjen Piper, på hvilkens egor Fyledalen med alla dess intressanta geologiska fyndorter är belägen.

Atrypa pusilla His. sp.

Tafl. II, fig. 11 och 12.

1837. *Orthis pusilla* Hisinger, s. 71.
1860. *Spirigerina? pusilla* (Hisinger) Lindström, s, 364.
1882. *Atrypa subtilita* Hall (*A. pusilla* His.) Tullberg, s. 12.
1888. *Atrypa pusilla* (His.) Lindström, s. 26, N:o 44.

Skal rundadt, lika långt som bredt. Ventralskal högt hvälfdt, nästan halfklotformigt, dorsalskal plant. Ventralskalet har ett upphöjdt jugum, längs hvars sidor skalet mera plant sluttar mot sidokanterna; detta jugum motsvaras på dorsalskalet af en grund, men bred, sinus. Skalet orneradt med radierande ribbor, 12—18 till

antalet, af hvilka två ingå i sinus och tre i jugum; på ventralskalet äro de mera rundade och högre, på dorsalskalet mera kantiga och lägre. Stundom kan man iakttaga några få, mycket fina, koncentriska tillväxtstrimmor.

Dimensioner: Större exemplar äro 9 mm långa.

Arten förekommer vid Ramsåsa temligen allmänt i lag *3* vester om stenbrottet samt vid Klinta i lag *1*. På Gotland träffas arten flerestädes i södra delen af ön, särskildt är den allmän i mergeln i Näs socken.

De skånska exemplaren öfverensstämma noga med gotländska, utom deri, att de äro något mindre och uppnå högst 6 mm i längd. HISINGER angifver i originalbeskrifningen en längd af 3 mm.

Det artnamn, *subtilita* HALL, som af TULLBERG blifvit användt, bör utgå, då det säkert refererar sig till en helt annan art (från Nordamerikas karbon.).

Uti S. A. MILLERS »The American Palæozoic Fossils» (Cincinnati 1877) omnämnes ingen *Atrypa subtilita*, men väl en *Athyris subtilita* HALL 1852 från Coal Measures (STANSBURYS Expedition to Great Salt Lake). Detta är också den enda brachiopod med detta artnamn, som upptages i hufvudregistret till DAVIDSONS Monographs of the British Fossil Brachiopoda, med hänvisning till Vol. II och Part V, som behandlar karboniska brachiopoder, och med *Terebratula subtilita* HALL som synonym.

Atrypa reticularis L.

Af denna vidt utbredda art har man funnit några enstaka, illa bevarade exemplar i lag *3* på lokal *H* vester om stenbrottet.

Spirifera elevata DALM.

Arten förekommer sparsamt i lag *1* på lokal *K* norr om Fylans tegelbruk. På lokal *I* (lag *3*) ha funnits illa bevarade exemplar af en *Spirifera*, möjligen också tillhörande *Sp. elevata* DALM.

Arten har stor utbredning i gotlandium; i Skåne förekommer den utom å nyssnämnda lokal äfven i lag *1* vid Klinta och Bjersjölagård.

Retzia Baylei DAV.

Tafl. II, fig. 10 a—c.

1867. *Retzia Salteri* DAV. var. *Baylei* DAVIDSON, s. 127, tafl. 12, fig. 23—25 och 27.

Denna art förekommer sparsamt vid Ramsåsa i kalksten, såväl i lag *3* som i lag *4*. Vid Klinta och Bjersjölagård är den också funnen.

Rhynchonella borealis v. SCHLOTH.
Tafl. V, fig. 6.

Förekommer sparsamt vid Ramsåsa i lag *3* på lokal *I* och i lag *1* på lokal *K*. Är äfven funnen vid Klinta och Bjersjölagård.

Rhynchonella nucula Sow.

Förekommer vid Ramsåsa sparsamt i kalksten tillhörande lag *4*; en *Rhynchonella*, som i ofullständiga exemplar är funnen i lag *3* på flera ställen, hör sannolikt också hit. Arten är äfven funnen vid Klinta.

Lamellibranchiata.

Pterinea retroflexa WAHL.

Denna art är vid Ramsåsa funnen i lag *3* på två ställen, lokalerna *B* och *H*, samt i lag *1* på lokal *K* vid Fylans tegelbruk.

Vid Klinta och Bjersjölagård har man endast funnit arten i lag *1*. På Gotland förekommer arten i LINDSTRÖMS lag *c* och *d*, hufvudsakligen i södra Gotland.

Flerestädes har man vid Ramsåsa funnit fragment af en annan *Pterinea*, som dock icke har kunnat bestämmas till arten.

Megalomus? sp.
Tafl. II, fig. 17.

1897. *Megalomus?* sp. GRÖNWALL (utan figur och beskrifning).

Oval, framtill något tillspetsad mussla. Skal svagt hvälfdt, kullrigast vid umbo, derifrån nästan jemnt sluttande åt begge sidor. Umbo belägen nära dorsalranden, föga framträdande, icke inböjd och ej nående ut öfver skalranden. Den ligger i främre ändan af skalet, så att den del deraf, som ligger framför umbo, endast är c:a en fjerdedel af hela längden. Skal temligen tjockt (1,5—2 mm), glatt, endast försedt med mycket fina tillväxtlinjer.

Stenkärnan visar två muskelintryck, ett mindre, främre, nästan cirkelrundt och mycket tydligt samt ett bakre, beläget nära skalets bakre ända, aflångt och icke på långt när så utprägladt som det främre. Mantellinjen är otydlig, men utan inbugtning.

Under och framför umbo finnas otydliga låständer, två à tre till antalet, och i vensterskalet finnes vid bakre delen af öfre randen en lång listformig sidotand, som väl torde ha motsvarats af en tandgrop i högerskalet.

Denna art förekommer vid Ramsåsa i lag *4* på lokal *D* ganska talrikt på en begränsad nivå i lagerserien. Ett c:a 25 cm mägtigt band af en mörkgrå, hård, glimmerrik och kalkhaltig sandsten är nästan uppfyldt af denna musslas tjocka, gula skal. Oftast sitter skalsubstansen mycket fast i bergarten, så att exemplar med bevarad skalyta äro mycket sällsynta. Men äfven de stenkärnor, man vanligen erhåller, bli vid bergartens klyfning i regel mer eller mindre skadade.

Arten synes böra hänföras till slägtet *Megalomus* HALL, särskildt som den visar analog byggnad med LINDSTRÖMS *M. gotlandicus* från lag *g*, men då materialet icke är nog rikt och välbevaradt, torde det vara lämpligast att denna art, som endast med ett visst förbehåll kan föras till nämnda slägte, för närvarande ej erhåller ett eget artnamn.

Cucullella ovata Sow.

Tafl. II, fig. 20 och 21.

1839. *Cucullæa ovata* (Sow.) MURCHISON, s. 602, pl. 3, fig. 12 b.
1841. *Nucula* » » PHILLIPS, s. 39, pl. 18, fig. 65.
1851—55. *Cucullella ovata* (Sow.) M'COY, s. 284.
1872. » » » MURCHISON, s. 530, pl. 34, fig. 17.

Skal äggformigt, hvälfdt, främre ändan bredt rundad, bakre något tillspetsad. Umbones krökta, framåtrigtade, ventralrand jemnt rundad, låsrand bildande en mycket trubbig vinkel. Skalets höjd ungefär $^2/_3$ af dess längd.

På skalets innersida löper en upphöjd list, som på stenkärnan framträder som en skarp fåra, från umbo till det främre muskelintrycket; listen, som går ned till ungefär skalets halfva höjd, är rak och endast i den understa delen obetydligt framåtsvängd. Det bakre muskelintrycket är aflångt rundadt.

Arten varierar ganska mycket, med skalets ändar mer eller mindre rundade eller spetsiga.

Dimensioner: Större exemplar äro 20—25 mm långa och 13—17 mm höga. Äfven mindre exemplar af endast 8 mm längd ha observerats.

Förekommer vid Ramsåsa i lag *3* och *4*, vid Klinta i lag *1* och *4*, vid Bjersjölagård i lag *1* och vid Övedskloster i lag *4;* den är vanligast i kalkstenslagren, men träffas också i skiffer, då oftast något sammantryckt. I England förekommer arten temligen allmänt i Ludlow, särskildt i Tilestones; PHILLIPS angifver den också från undre och mellersta Devon.

Huruvida detta fossil är *fullt* identiskt med den form, som MURCHISON först afbildat, är svårt att säga; i hvarje fall visar hans afbildning hela skalet högre och särskildt den bakre ändan mera rund och bred; dock är det troligt, att detta beror på bevaringen af de engelska exemplaren, hvilka äro funna i »Tilestones», skifferaflagringar, som alltid ha sina fossil mer eller mindre tillplattade. Från Klinta föreligga exemplar af *Cucullella ovata* Sow. bevarade i skiffer och något plattryckta, hvilka, på

samma gång de i alla väsentliga delar öfverensstämma med exemplar bevarade i kalksten, likväl mera än dessa likna de afbildningar, som MURCHISON lemnat af *C. ovata* Sow., något som ju talar för, att skiljaktigheten endast beror på olika bevaringssätt.

Ctenodonta securiformis GRÖNW.

Tafl. II, fig. 18 och 19.

1897. *Ctenodonta securiformis* GRÖNWALL (namngifven, men ej afbildad).

Skal aflångt, främre ändan afrundad, bakre tillspetsad, undre randen i jemn båge, största höjden öfver umbo. Umbones små, raka, belägna så långt framom midten af skalet, att den främre delen blir $^2/_5$ af skalets hela längd. De skjuta så mycket fram öfver dorsalranden, att tydlig lunula och area bildas (dessas form och begränsning har det dock på grund af bevaringstillståndet icke varit möjligt att iakttaga). Skalytan glatt, endast ornerad med svaga tillväxtstrimmor. Låset består af en oafbruten serie af små triangulära tänder, c:a 20 stycken, som alla äro nästan lika stora. Stenkärnan antyder ett kort och kraftigt främre muskelintryck samt ett aflångt och svagare bakre.

Skalets yta sitter oftast så fast i bergarten, att exemplar med bevaradt skal äro ganska sällsynta, medan stenkärnorna äro mycket allmänna.

Två stenkärnor mätte i längd och höjd respektive 11 och 6 mm samt 7 och 4 mm.

Arten förekommer ganska allmänt vid Ramsåsa i kalksten tillhörande lag *4* öster om stenbrottet.

Goniophora cymbæformis Sow.

Tafl. II, fig. 25 a och b.

1839. *Cypricardia cymbæformis* (SOWERBY) MURCHISON, pl. 3, fig. 10 a och pl. 5, fig. 6.

1851—55. *Orthonotus cymbiformis* (Sow) M'COY, s. 274.

1872. *Goniophora cymbæformis* (Sow.) MURCHISON, s. 530, pl. 23, fig. 2 och pl. 34, fig. 5.

Af denna art har man vid Ramsåsa på lokal *H* i lag *3* påträffat ett fåtal exemplar.

Den är också funnen vid Klinta samt på Gotland (i LINDSTRÖMS lag *d*).

I England förekommer den i Ludlow.

Lucina? subquadrata GRÖNW.

Tafl. II, fig. 22 och 23.

1897. *Lucina? subquadrata* GRÖNWALL (namngifven, men ej afbildad).

Skal rundadt kvadratiskt; längden något större än höjden. Umbones små,

sneda, rigtade något framåt, belägna något framom midten. Skal glatt eller något rynkadt, försedt med svaga tillväxtlinjer, ganska tunnt.

De två muskelintrycken äro förenade genom en jemnt bågböjd mantellinje utan inbugtning. Det främre, som är störst, bildar en fåra längs skalets kant, det bakre, mindre, är mera ovalt. På stenkärnan ses tydliga koncentriska ribbor efter mantellinjen.

Dimensioner: Längd 8—12 mm, höjd 7—10 mm.

Förekommer temligen allmänt vid Ramsåsa i lag *3* och *4*, vid Klinta i lag *1* och *4* samt vid Bjersjölagård i lag *1*. Den träffas talrikast i kalksten, men finnes äfven i skiffer.

Då det icke lyckats iakttaga låsets byggnad, är slägtbestämningen ej fullt säker, men fossilets allmänna öfverensstämmelse med *Lucina? Hisingeri* MURCH. & VERN.[1]) från Gotland och med flere andra arter af slägtet *Lucina* talar för bestämningens rigtighet. *L.? Hisingeri* är åtskilligt större än *L.? subquadrata* och mera rundad samt har tjockare skal.

Sanguinolites anguliferus M'COY.

Tafl. II, fig. 26.

1851—55. *Sanguinolites anguliferus* M'COY, pl. I K, fig. 19—20, s. 276.
1872. » » (M'COY) MURCHISON, s. 254(?).

Detta karakteristiska fossil förekommer sparsamt vid Ramsåsa. Det är funnet både i lag *3* och *4* samt i lag *1* (vid Fylans tegelbruk).

Dessutom föreligger det från Klinta och Övedskloster.

I England är det funnet på flera ställen i lag af Ludlow-ålder.

Solenopsis? sp.

En mussla, som i lag *4* vid Ramsåsa förekommer temligen sparsamt och icke är synnerligen väl bevarad, torde vara att hänföra till slägtet *Solenopsis* M'COY.

Densamma är också funnen vid Klinta i lag *4*.

Grammysia triangulata SALTER.

Tafl. II, fig. 24.

1848. *Grammysia triangulata* SALTER, s. 361, pl. 18, fig. 1—6 (och 7?).
1851—55. » *cingulata* HIS. β *triangulata* (SALTER) M'COY, s. 280, pl. 1 K, fig. 28.

Mussla oval. Umbones breda, starkt inböjda och skjutande fram öfver låsranden. De äro belägna nära skalets främre ända, på ett afstånd af ungefär fjerde-

[1]) MURCHISON: *1847*, s. 24.

delen af skalets hela längd och stupa starkt framåt, deremot saktare åt den bakre ändan. Från umbo går en trubbig köl fram till skalets undre bakre hörn, afskiljande ett plant eller svagt konkavt fält längs bakre delen af låsranden. Likaledes utgå från umbo snedt bakåt rigtade fåror, hvilka gå tvärs öfver skalet och nå dess nedre rand ungefär vid midten; på högerskalet finnes endast en djup fåra, på vensterskalet åtföljes fåran af två mer eller mindre tydliga, flacka ribbor, som ofta mot sidorna begränsas af fåror, hvilkas styrka är mycket variabel.

Skalet är försedt med temligen starka, koncentriska ribbor eller veck, som på främre delen af skalet äro skarpa och tydliga samt temligen tättställda, medan de på den bakre delen äro något glesare och mera utjemnade.

Afbildningen framställer ett exemplar bevaradt i kalksten och sålunda i full relief; arten förekommer emellertid på sina ställen ganska allmänt också i skiffern. I denna äro exemplaren sammanpressade och visa ett något olikt utseende, i det såväl de koncentriska vecken som de snedgående fårorna och ribborna framträda betydligt skarpare och mera utpräglade.

Arten når en längd af 30—35 mm; det afbildade exemplaret är 28 mm långt och 16 mm högt.

Förekommer temligen allmänt vid Ramsåsa, både i stenbrottet och öster derom i lag *4*, samt är också funnen vid Klinta (från obekant nivå) och i lag *4* vid Bjersjölagård. I England hör arten hemma i Upper Ludlow.

Arterna af detta slägte äro mycket svåra att säkert åtskilja, enär olikheterna mellan de närstående arterna äro temligen obetydliga. Hisinger uppställde (*1837*, tafl. 39, fig. 1) en art *Grammysia cingulata* från Klinteberg på Gotland. Salter beskref sedan flera arter *Grammysia*, af hvilka han identifierade en med Hisingers *Gr. cingulata*, under det att andra, deribland *Gr. triangulata* och *Gr. extrasulcata* uppställdes som nya arter. Sedermera förde M'Coy *Gr. triangulata* Salt. och en ny form *ovata* samman med *Gr. cingulata* His. och uppställde de nämnda formerna som varieteterna β och γ. Våra exemplar från Ramsåsa stämma noga öfverens särskildt med Salters fig. 3 och 4 af *Grammysia triangulata*. Från såväl Hisingers som Salters figurer af *Gr. cingulata* skilja de sig derutinnan, att deras främre ända är större och att låsranden i jemn båge (utan vinkel) förenar sig med skalets bakre rand; den koncentriska skulpturen är också något kraftigare än hos vår form. Från *Gr. extrasulcata* (M'Coy, *1851—55*, s. 281, pl. I K, fig. 29), som också står vår art nära, så nära till och med att Linnarsson (*1875*, s. 279) bestämde en *Grammysia* från Ramsåsa som *Gr. extrasulcata* M'Coy, skiljer sig vår art i ungefär samma karakterer.

Då, som nämndt, artbegränsningen inom detta slägte tyckes vara svag, och andra närstående former blifvit beskrifna som sjelfständiga arter, har det synts oss lämpligast att behålla *Gr. triangulata* Salt. som en egen art och icke som varietet underordna densamma under Hisingers *Gr. cingulata*, helst denna art icke är oss närmare känd, och man möjligen kan finna någon liten skiljaktighet mellan Hisingers och Salters figurer.

Af musslor finnas vid Ramsåsa utom de ofvan nämnda en del lemningar, som dock äro antingen så fragmentariska eller så sammanpressade, att det icke är möjligt säkert bestämma dem ens till slägtet. Sådana förekomma företrädesvis i kalkstenen strax öster om stenbrottet, der sannolikt en *Orthonota* förekommer, samt i sandsten (skikt *f*) i stenbrottet, der bland mängden af stenkärnor sannolikt slägtena *Orthonota* och *Modiolopsis* äro representerade.

Gastropoda.

Bellerophon granulum Grönw.
Tafl. III, fig. 8, a och b, samt 9.

1897. *Bellerophon granulum* Grönwall (namngifven, men icke afbildad).

Snäcka involut, af trenne rundade vindningar, ungefär dubbelt så breda som höga. Umbilicus synlig, åtminstone på yngre exemplar.

Den yttersta vindningen vidgar sig likformigt mot mynningen, så att denna är tre gånger så bred som den under densamma liggande vindningen, men dock föga utåtböjd. Mynningens öfre läpp försedd med en ganska djup, trubbvinklig inskärning, hvarigenom sidoflikarne bli temligen smala. Sinusbandet, som är afplattadt och genom två tydliga kanter afsatt från skalets hvälfda del, når en bredd af ungefär en sjettedel af vindningens synliga del. Det är försedt med svaga, mot mynningen konkava tvärstrimmor, och från detsamma utgå fjäderlikt åt sidorna snedt framåt rigtade strimmor. Skalet i öfrigt glatt.

Arten varierar mycket i storlek; medelstora exemplar mäta 2 $^1/_2$ mm i diameter; mynningens bredd är vanligen lika med skalets diameter.

Förekommer i lag *4* allmänt i kalksten öster om stenbrottet vid Ramsåsa.

Bellerophon expansus Sow.
Tafl. III, fig. 5, a och b, samt 6 och 7.

1839.	*Bellerophon*	*expansus*	(Sow.)	Murchison, s. 613, tafl. 5, fig. 32.
1851—55.	»	»	»	p. p. M'Coy, s. 309.
1872.	»	»	»	p. p. Murchison, s. 533, tafl. 25, fig. 8.
1885?	»	»	»	Römer, s. 125 (372), tafl. 9 (32), fig. 12.

Snäcka onaflad, involut, med elliptiska vindningar; mynningen starkt utbredd och förlängd, mer än tre gånger så bred som den närmast föregående vindningen; dess öfre läpp genom en V-formad sinus klufven i två rundade utåtrigtade flikar, hvilkas yttre rand är svagt utåtböjd, så att de hvar för sig bli något konkava. Sinusband tydligt, på större exemplar c:a 1 mm bredt. Skal orneradt med tvärstrimmor, som i en båge gå ut från sinusbandet och korsas af svagt undulerande längdstrimmor.

På stenkärnans utbredda mynningsdel ses parallelt med mynningsranden flacka upphöjda rynkor, hvilka beteckna tillväxten.

Större exemplar mäta 16--20 mm i bredd tvärs öfver mynningen och ha en längd af c:a 15 mm.

Arten förekommer vid Ramsåsa i kalksten, tillhörande lag *3* och *4*, öster om stenbrottet. Vid Klinta och Bjersjölagård är den funnen i lag *1*; man träffar der också plattryckta exemplar i skiffer. I England förekommer den i Ludlow, särskildt i Tilestones.

Den allmänna formen stämmer mycket väl öfverens med Murchisons figurer, hvilka dock tyckas endast återgifva stenkärnor. Identiteten med den form, som Römer omtalar och afbildar från block af »Graptolithengestein», är icke alldeles oomtvistelig. Hans figur visar en lång, skarpt inskuren sinus, och dessutom säges skalet vara fullkomligt glatt, endast försedt med fina tillväxtstrimmor.

Angående M'Coys uppfattning af *Bellerophon globatus* Sow. (Murchison *1839*, tafl. 3, fig. 16 samt *1872*, tafl. 34, fig. 20 och tafl. 35, fig. 28) som en ungdomsform af *B. expansus* Sow., hvilken åsigt senare adopterats af Murchison redan i tredje upplagan af »Siluria» 1859, ställa vi oss mycket tviflande. Alla af oss iakttagna yngre exemplar med bevarad mynning, hvilkas samhörighet med *B. expansus* Sow. varit ådagalagd genom den karakteristiska skalskulpturen, ha nämligen haft mynningen tvåklufven. Visserligen sakna yngre exemplar de stora rundade, utåtböjda mynningsflikarne, men hur unga de än varit, ha de dock aldrig visat den spetsiga form af mynningen, som figurerna till *B. globatus* Sow. angifva.

Bellerophon hybridus Grönw.

Tafl. III, fig. 10 a, b och 11.

1897. *Bellerophon hybridus* Grönwall (utan figur och beskrifning).

Snäcka involut, onatlad, bestående af $2^{1}/_{2}$--3 vindningar, hvilka i tvärsnitt äro triangulära med svagt hvälfda sidor, som bilda en vinkel af 75—80°. Mynningen åt sidorna starkt vidgad, dess öfre läpp genom en djup sinus delad i två utåtböjda, något konkava flikar, som nedåt utbreda sig så, att de helt och hållet täcka den öfriga delen af skalet. I mynningens undre läpp tyckes der finnas en inskärning med inåtböjda flikar. Sinusband smalt, ej upphöjdt, men å ömse sidor begränsadt af en tydlig linje. Från detsamma utgå under mycket spetsig vinkel bågböjda, svagt upphöjda tvärstrimmor, hvilka utgöra skalets enda ornering.

Bellerophon hybridus har ifråga om mynningens form stor likhet med *B. expansus* Sow., och ifråga om vindningarnes byggnad står den nära *B. lenticularis* Grönw.

Bellerophon lenticularis Grönw.
Tafl. III, fig. 12 a, b.

1897. *Bellerophon lenticularis* Grönwall (utan figur och beskrifning).

Snäcka involut, linsformig, bestående af tre eller fyra vindningar med spetsigt triangulärt eller hjertlikt tvärsnitt, hvilka vanligen på dorsalsidan äro försedda med en köl, som passar in i en grund fåra på den föregående vindningens ventralsida. Om en köl finnes (såsom på det afbildade exemplaret tafl. III, fig. 12 b), äro skalets sidor starkare hvälfda, så att en fåra uppstår utmed kölen. Saknas kölen, blir skalets hvälfning mera jemn och flack. Snäckan är onaflad; yttersta vindningens skal växer nämligen öfver umbilicus (stenkärnans yttersta vindning lemnar sålunda äfven de inre vindningarne delvis synliga). Sedd framifrån är mynningen spjutformad; dess öfre läpp visar en utskärning, hvars kontur i en jemn cirkelbåge går från kölen ned till skalets midt och omfattar ungefär ett fjerdedels hvarf. Mynningens sidor äro ej utåtböjda, och följaktligen tillväxten i tjocklek här ej större än i de inre delarne. Mynningens nedre läpp har det icke varit möjligt att preparera fram. Sinusbandet, än upphöjdt, än mera plattadt, är mycket smalt och försedt med fina U-formiga strimmor. Dessa fortsättas af fina tvärstrimmor, som i en mycket spetsig vinkel böja af från sinusbandet och sedan i en vid båge konvergera mot snäckans midt. Med undantag af dessa tillväxtlinjer är skalet fullkomligt glatt.

Denna art uppnår en diameter af 3—7 mm, med en tjocklek af 1—3 mm.

B. lenticularis torde stå de former, som Sowerby beskrifvit under namn af *B. carinatus* (Murchison *1839*, s. 604, tafl. 3, fig. 1 d och 4 samt *1872*, s. 533, tafl. 34, fig. 8) och *B. acutus* (Murchison *1839*, s. 643, tafl. 19, fig. 19 samt *1872*, s. 533, tafl. 7, fig. 8 och s. 199, fig. 7), ganska nära. De båda sistnämnda arterna äro inbördes mycket närstående och ha derföre också blifvit sammanslagna af senare författare; då dertill kommer att båda afbildats efter stenkärnor, måste man naturligtvis vara mycket försigtig, när det är fråga om en identifiering, helst det vill synas, som skulle verkliga olikheter mellan vår art och Sowerby's ofvan anförda figurer kunna påvisas. I motsats till *B. lenticularis* har nämligen *B. carinatus* tvärhuggna mynningskanter, hvarjemte yttersta vindningen möjligen ej fullständigt berört den närmast föregående. *B. acutus* åter skiljer sig deri, att mynningen haft en spetsig inskärning på öfre läppens sidor.

Bellerophon trilobatus Sow.
Tafl. III, fig. 13—14.

1839. *Bellerophon trilobatus* (Sowerby) Murchison, s. 604, tafl. 3, fig. 16.
1872. » » » Murchison, s. 90, fig. 9, s. 534 samt tafl. 9, fig. 29 och tafl. 34, fig. 9.
1884. » » (Sow. p. p.) Lindström, s. 80, tafl. 4, fig. 13—15.

Snäcka involut, bestående af tre eller fyra vindningar, i tvärsnitt rundadt triangulära och dubbelt så breda som höga. Dorsalsidan är genom tvenne långsgående fåror delad i tre fält. Å de inre vindningarne är midtfältet betydligt bredare än sidofälten, men i snäckans yttre del och särskildt vid den starkt utvidgade mynningen upptager det relativt mindre plats. Öfvergången från det starkt hvälfda midtfältet till de jemförelsevis mera platta sidofälten sker, frånsedt den omtalade fåran, helt jemnt, så att man öfverallt har mjukt böjda ytor. Mynningen är starkt vidgad, både uppåt och åt sidorna. Midtfältet är upptill försedt med en inskärning, som fortsättes af sinusbandet. Sidofälten åter skjuta betydligt fram om midtfältet samt sluta i utåtsvängda öron.

Snäckan har en ganska djup umbilicus, upptagande ungefär en femtedel af skalets diameter och fullständigt täckt af den yttersta vindningens skal. Sinusbandet är tydligt, föga upphöjdt, 1—1 ½ mm bredt, och bildar en nästan plan yta å midtfältets krön. Skalets skulptur består af mycket fina tillväxtstrimmor och skarpa, upphöjda, tätt ställda spirallinjer. Tillväxtlinjerna, som å sinusbandet beskrifva en U-formig båge i c:a 20° vinkel, blifva i sitt vidare förlopp nästan vinkelräta mot skalets längdaxel, och fortsätta med denna rigtning ända tills de träffa spiralfårorna, der de böja om, så att de i en jemn båge konvergera mot skalets centrum.

Exemplaren variera i storlek från 3 till 10 mm i höjd (eller diameter). Med storleken varierar också mynningens form. Ett stort exemplar, mätande 10 mm i diameter, hade en umbilicus af 2 mm; mynningens höjd var 4, dess bredd 8 mm.

Arten förekommer allmänt vid Ramsåsa i kalksten öster om stenbrottet samt vid Klinta i lag *1*. Exemplaren från Klinta äro endast stenkärnor. Vid Ramsåsa äro exemplar med väl bevaradt skal temligen talrika, men vid prepareringen blir skalet oftast sittande kvar i bergarten, så att endast fragment af detsamma bli bevarade på stenkärnan.

På Gotland är arten funnen i skiffrarne vid Petesvik i Hablingbo samt i ooliten och sandstenen vid Bursvik. Vi ha icke haft tillfälle att jemföra gotländska och skånska exemplar, men enligt Lindströms figurer synas de förra hafva bredare och mera tillplattadt midtfält än de skånska; de gottländska exemplaren äro också ungefär dubbelt så stora.

I England fanns arten först i Tilestones, Upper Ludlow, och det råder intet tvifvel om, att ej dervarande form är fullt identisk med den skånska. Men senare angifves arten också vara funnen i Llandovery och Wenlock samt i undre devon. Angående dessa uppgifter är det emellertid icke så säkert, att de verkligen hänföra sig till Sowerbys ursprungliga art, något som också gäller för uppgifterna om artens förekomst i Rhenlandens devon och i Nordamerikas silur. Lindström har litteraturhänvisningar för alla dessa uppgifter, men vid närmare granskning af dem och de dertill hörande figurerna ha vi icke blifvit öfvertygade om, att de afse den art, som vi afbildat och beskrifvit, och anse oss derföre ej böra här inlåta oss på en detaljerad diskussion af de ifrågavarande uppgifterna.

Ofvan beskrifna *Bellerophon*-arter ha alla blifvit uppförda under slägtnamnet *Bellerophon*, enär det icke varit oss möjligt att med full säkerhet hänföra dem till de underslägten, i hvilka familjen *Bellerophontidæ* i senare tider blifvit uppdelad. I sitt stora arbete öfver Gotlands fossila gastropoder upptager LINDSTRÖM inom familjen *Bellerophontidæ* endast 3 slägten: *Bellerophon* MONTFORT, *Cyrtolites* CONRAD och *Tremanotus* HALL. Om man för slägtet *Bellerophon* vidhåller den omfattning, som LINDSTRÖM der gifvit detsamma, behöfver man för de här beskrifna skånska arternas vidkommande ej stanna i tvifvel om det rätta slägtnamnet, utom i fråga om *B. lenticularis* och möjligen *B. hybridus*. 1894 underställde jag (GRÖNWALL) exemplar af dessa båda arter Professor LINDSTRÖMS pröfning, med anhållan, att han ville särskildt uttala sig om hvilken ställning *B. lenticularis* intar till slägtet *Cyrtolites*. Svaret blef: »Jag skulle icke mycket tveka att hänföra dem båda till *Bellerophon*». Ett underslägte, till hvilket det möjligen skulle kunna komma ifråga att föra *B. expansus* och *B. hybridus*, är *Salpingostoma* RÖMER. Dock är hos typen för detta snäckans inre del skifformig och försedd med en mycket vid nafvel. I senare tider har KOKEN (*1889* och *1896*) försökt att gruppera *Bellerophontidæ* i flera slägten och undergrupper, men hvad han hittills publicerat, kan knappast anses som annat än preliminära meddelanden, hvadan det är förenadt med stor svårighet att inordna arter i hans gruppering. Vi kunna derföre här endast antyda, att *B. granulum* sannolikt skulle tillhöra slägtet *Bucania* HALL, *B. lenticularis* slägtet *Temnodiscus* KOKEN eller *Oxydiscus* KOKEN och *B. trilobatus* slägtet *Bucaniella* MEEK, medan *B. expansus* och *B. hybridus* sannolikt få bli kvar i slägtet *Bellerophon* MONTFORT.

Holopella? sp.

I kalkstenen öster om stenbrottet förekomma ganska allmänt stenkärnor af snäckor. Det har tyvärr varit alldeles omöjligt att preparera fram något af skalet, då detta sitter allt för fast i bergarten; af samma grund är mynningens form och byggnad oss obekant.

Af dessa stenkärnor visa emellertid några en påfallande öfverensstämmelse både i form och dimensioner med ett par snäckor, som SOWERBY beskrifvit från Upper Ludlow, Tilestones. Arterna ifråga, som först anfördes under slägtnamnet *Turritella*, sedermera såsom *Holopella*, äro *H. obsoleta* Sow. (MURCHISON *1839*, s. 603—604, tafl. 3, fig. 7 b och 8 samt *1872*, tafl. 34, fig. 11) och *H. conica* Sow. (MURCHISON *1839*, s. 603—604, tafl. 3, fig. 7 a och 12 f, g samt *1872*, tafl. 34, fig. 10).

Samma stenkärnor förekomma också i lag *1* vid Klinta. FERD. RÖMER angifver (*1885*, s. 103 (350), tafl. 7 (30), fig. 8) som ett allmänt förekommande fossil i block af Beyrichiakalk från Nordtyskland en *Murchisonia* cfr *obsoleta* Sow. Hans figur liknar mycket skånska stenkärnor från ofvannämnda fyndorter.

Pteropoda[1]).

Tentaculites tenuis Sow.

Tafl. II, fig. 2, a och b.

1839. *Tentaculites tenuis* (Sowerby) Murchison, s. 613, tafl. 5, fig. 33.
1872. » » » Murchison, s. 520, tafl. 16, fig. 12.

Hus rörformigt, långsamt afsmalnande; ett 10 mm långt exemplar mätte högst 1 1/2 mm i den vidare ändan. Huset försedt med upphöjda, fast temligen platta, rundade ringar på oregelbundna afstånd. I den vidare ändan kan man räkna 8—10 ringar på 5 mm, vid spetsen deremot ungefär 15 på 3 mm. Ytan mellan ringarne är svagt konkav och mycket fint strierad, med ett vexlande antal strimmor; understundom kan man bland dessa iakttaga en eller flera starkare utvecklade, så att skillnaden mellan ringar och strimmor icke är alldeles skarp. I detta afseende varierar arten temligen mycket, som också fig. 28 utvisar.

Arten förekommer allmänt i Skånes yngsta gotlandiska bildningar; vid Klinta i lag *1* och *3*, vid Bjersjölagård i lag *1* och vid Ramsåsa i lag *3* och *4*. I England har den träffats i Ludlow. Den förekommer mest i kalksten och då ofta som stenkärna. Stenkärnan af denna liksom af följande art och väl af de flesta arter af slägtet, har ett från sjelfva fossilet afvikande utseende, i det att hvarje ring framträder som en upphöjning, hvilken bakåt stupar tvärt ned mot nästa ring. Dylika stenkärnor ha såväl af v. Schlotheim och Goldfuss som af Sowerby blifvit uppställda som en egen art, som belagts med namnet *T. scalaris*.

Tentaculites annulatus v. Schlotheim.

Tafl. II, fig. 1.

1820. *Tentaculites annulatus* v. Schlotheim, s. 377, tafl. 29, fig. 8 a.
1831. *Cyathocrinites pinnatus* p. p. Goldfuss, s. 191, tafl. 58, fig. 7 ε, ζ.
1839. *Tentaculites annulatus* (v. Schloth.) Murchison, s. 643, tafl. 19, fig. 16.
1897. » alia sp. Grönwall, s. 48 (235).

Hus rörformigt-koniskt, relativt hastigt afsmalnande; ett 13 mm långt exemplar mätte 2 1/2 mm i den vidare ändan. Huset försedt med upphöjda ringar på nästan regelbundna afstånd, som tilltaga mot rörets vidare ända. Ett 13 mm långt exemplar hade 40 ringar, hvaraf 12 kommo på rörets öfversta 5 mm. Ringarne, hvilkas bredd är ungefär hälften af afståndet dem emellan, variera något till formen; från sådana med skarpt kölad rygg har man andra, som äro nästan helt platta. Äfven mellan-

[1]) I fråga om pteropoderna (*Tentaculites* och *Hyolithus*) ha vi funnit det lämpligt att för det kalkhylster, som tjenat till skydd för djurets mjuka delar, införa benämningen *hus* i stället för *skal*, då denna senare benämning ofta kan blifva tvetydig. För *Hyolithus* är det också nödvändigt att ha en terminologi, som icke lemnar rum för någon tvetydighet med hänsyn till de två delar. som bildat djurets skydd, och synes oss benämningen *hus*, för hvad som eljes kallats *skal*, eller understundom *det pyramidformiga skalet*, vara både klar och ändamålsenlig, medan termen *operculum* bibehålles för den del, som täcker *husets* mynning.

rummens form vexlar, så att ytan här än är konkav, än nästan plan. Konturen för längdsnitt af röret varierar således också från en serie af, omvexlande utåt och inåt vända, halfcirkelbågar till en serie af, på samma sätt alternerande, aftrubbade räta vinklar.

Förekommer allmänt i Skånes yngre gotlandiska bildningar, vid Klinta i lag *1* och *3*; vid Bjersjölagård i lag *1* och vid Ramsåsa i lag *3*. Den uppgifves äfven vara funnen i Englands Caradoc.

Arterna af slägtet *Tentaculites* äro icke synnerligen lätta att åtskilja; artnamnen *annulatus*, *ornatus* och *tenuis* torde ha blifvit använda om hvarandra. De inom Skånes yngre gotlandium förekommande formerna kunna dock utan svårighet inbegripas i de två ofvan beskrifna arterna. Då emellertid synonymien för *Tentaculites*-arterna icke är alldeles klar, är det nödvändigt att gå igenom något af deras historia.

I. S. Schröter synes, enligt v. Schlotheims uppgift att döma, ha varit den förste, som iakttog dessa fossil; han omtalar nämligen stenkärnan af en *Tentaculites*.

v. Schlotheim afbildade och beskref sedan (*1820*) dels stenkärnor, *T. scalaris* (l. c., tafl. 29, fig. 9 b), sannolikt härstammande från lösa block af gotlandisk kalksten, dels *T. annulatus* från Gotland (tafl. 29, fig. 8 a). Under detta namn omtalar han också från Harz (devon) en *Tentaculites* (tafl. 29, fig. 8 b), som dock icke kan höra samman med *T. annulatus*. Han uttalar sig icke med bestämdhet om dessa fossils natur.

Goldfuss, som anser dem höra till krinoiderna och utgöra de yttersta spetsarne af armarne, gifver icke mindre än sex afbildningar af dylika fossil. Af dessa äro figurerna ε och ζ v. Schlotheims *T. annulatus*; figurerna β och γ tillhöra sannolikt också samma art, men föreställa möjligen stenkärnor; figurerna α och δ måste deremot hänföras till *T. ornatus* Sow. Samma är förhållandet med den *T. annulatus*, som Hisinger afbildar (i sin Lethæa suecica, tafl. 35, fig. 2) från Gotland.

I Murchisons Silurian System beskrifver Sowerby fyra arter af *Tentaculites*, nämligen *T. tenuis* (s. 643, tafl. 5, fig. 33) från Ludlow, *T. annulatus* v. Schloth. (s. 628, tafl. 19, fig. 16) från Caradoc, *T. scalaris*, en stenkärna (s. 643, tafl. 19, fig. 15) samt *T. ornatus* Sow. (s. 628, tafl. 12, fig. 25) från Wenlock och Ludlow.

Denna Sowerbys *T. ornatus* visar samman med de ofvan nämnda figurerna hos Goldfuss och Hisinger en alldeles bestämd typ, om hvars sjelfständighet vi dock icke äro alldeles säkra. Den torde böra karakteriseras på följande sätt: Hus rörformigt, slankt, långsamt afsmalnande, med rundade, upphöjda ringar på regelbundna afstånd, 5—6 gånger ringarnes bredd. Mellanrummet mellan ringarne plant och fint strieradt.

Inom Skånes yngre gotlandium ha vi icke anträffat denna form, men väl exemplar af *T. tenuis* Sow., som betydligt närma sig den. Vi anse derför sannolikt, att *T. ornatus* Sow. representerar en yttergräns i variation inom den formkrets, som tillhör *T. tenuis*, hvadan den förhända bör slås samman med denna art. För ett bestämdt afgörande af denna fråga kräfves naturligtvis ett mera ingående studium af exemplar från Gotland, England och Ösel samt lösa block af gotlandiska kalkstenar från Nordtyskland, i hvilka tentaculiter äro temligen allmänna fossil.

Som synonym till *T. tenuis* Sow. bör sannolikt ock uppföras *Lonchidium inæquale* Eichwald (Lethæa rossica, Tome I: 2, s. 1042, tafl. 40, fig. 20) från Ösel; men figuren är dock icke tillräcklig för fullt säker identifiering.

Hyolithus[1] scanicus Grönw.

Tafl. III, fig. 1—3 och 4 a, b.

1897. *Hyolithus scanicus* Grönwall (utan beskrifning och afbildning).

Huset. Detta är alldeles rakt och har skarpa sidokanter, bildande en rätlinig vinkel af c:a 20°. Dorsalsidan fullkomligt plan, ventralsidan hvälfd, längs midten vinkligt bruten till en tydlig kant, som skarpast framträder på unga exemplar och närmast spetsen, men rundas af mot mynningen. Tvärsnittet är nära spetsen nästan rent triangulärt, men fram mot mynningen aftrubbas triangelns spets mer och mer, så att tvärsnittets form slutligen närmar sig halfcirkeln. Vid mynningen skjuter dorsalsidan upp öfver ventralsidan med ett cirkelsegment, hvars höjd förhåller sig till dess bas som 1 : 4. Skalet nästan glatt, ganska tjockt, och orneradt dels med mycket fina, ej upphöjda längdstrimmor, hvilka icke alltid äro fullt tydliga, dels med mera markerade tillväxtstrimmor. Dessa senare beskrifva på dorsalsidan en med öfre randen parallel båge, böja vid kanten nedåt samt fortsätta horisontalt tvärs öfver ventralsidan. Bland tillväxtlinjerna, som i allmänhet äro mycket fina, förekomma också här och hvar, och stundom på ganska regelbundna afstånd, äfven enstaka, något gröfre linjer.

Skalet består af ett vexlande antal skikt. Oftast iakttager man 3 skikt (tafl. III, fig. 1), som alla ha samma skulptur. Fig. 2 på tafl. III visar tvärsnitt af ett skal, som bestått af 6 skikt; här har hvartannat skikt blifvit bevaradt i hvit kristallinisk kalkspat och hvartannat i brunfärgad bergart, hvilket väl betecknar en olikhet i struktur hos de olika skalskikten[2]).

Operklet. Operklets allmänna form är den för *Hyolithus* s. str. vanliga; det består sålunda af två delar, en större, triangulär eller snarare halfkonisk, som täcker den öfverskjutande öfre delen af skalets dorsalsida, och en mindre, halfmånformig, som täcker den ventrala delen af mynningen. Till sin allmänna form är operklet rundadt triangulärt, med höjden ungefär $^2/_3$ af basen, och största bredden tvärs öfver den dorsala delen. Nucleus är belägen ganska nära ventralsidan. Den dorsala delen är sålunda störst och upptager c:a $^5/_6$ af operklets yta; till formen är den triangulär, något hvälfd med en svag insänkning längs midten. Den ventrala delen är smalt

[1]) Denna art hör till slägtet *Hyolithus* sensu stricto, i den omfattning, som det tages af Holm i hans omfattande monografi öfver Sveriges *Hyolithidæ* (s. 6—13).

[2]) En sådan skalstruktur torde ej vara så sällsynt hos *Hyolithidæ*. Holm omnämner nämligen (*1893*, s. 101, tafl. 2, fig. 20—21, 30 och 33—35) dylik hos 2 svenska arter och Novák hos 4 böhmiska.

halfmånformig, men i midten bruten i vinkel; åt dorsalsidan räcker den icke bort till dorsaldelens hörn. Operklets båda hufvuddelar äro skilda från hvarandra genom två par från nucleus utgående fåror. Dessa fåror divergera från nucleus och mellan dem bildas en låg, kilformig valk, som utåt tilltager i bredd.

Operklet är rikt omeradt; dess större del är strierad af tättställda, från nucleus utgående, radierande, upphöjda strimmor, som korsas af de med operklets kontur parallela tillväxtstrimmorna; på operklets mindre, halfmånformiga del öfvertväras tillväxtlinjerna af några mot operklets kant vinkelräta, svaga och glesa strimmor.

Operklets insida ha vi ej haft tillfälle att närmare studera; på längdsnitt har man kunnat observera utskott, som från operklets ventrala del skjuta in i huset[1]). På ett exemplar, visande den mot operklets dorsala parti svarande delen af stenkärnan, var denna fullständigt glatt.

Det största hittills iakttagna exemplaret af huset var 25 mm långt och 8 mm bredt; de minsta exemplaren voro 5—7 mm långa och intill 2 mm breda. Af operklet hafva funnits exemplar af 3—7 mm bredd. Hus och operculum förekomma ungefär lika allmänt, men det senare är svårare att preparera ut. Det har aldrig lyckats att finna exemplar visande huset med vidsittande operculum, men då här endast förekomma *ett* slags hus och *ett* slags operculum, så måste dessa båda höra samman.

Träffas vid Ramsåsa temligen allmänt i kalkstensbanden i de öfre lagren i stenbrottet och i kalksten öster om stenbrottet; vid Klinta är den funnen i lag *1* och *3*, vid Bjersjölagård i lag *1*.

Af de svenska *Hyolithus*-arter, som Holm beskrifvit, står vår art, både hvad hus och operculum beträffar, närmast *H. arenophilus* Holm (s. 71, tafl. 1, fig. 78—81 och tafl. 2, fig. 1—2) från Ölands Tessinizon; *H. arenophilus* har dock större divergensvinkel och dorsalsidan något hvälfd.

Bland de många hyoliter, som beskrifvits från Böhmens silurbildningar, finnas tvänne, som stå vår art ganska nära, nämligen *H. obvius* Barr., som dock tydligt skiljer sig genom skalets skulptur, och *H. cultellus* Nov., som skiljer sig genom husets form. — En af Koken (*1889*, s. 81, tafl. 8, fig. 3) beskrifven och afbildad art, *H. erraticus*, torde ock böra närmare omtalas här. Koken grundar sin beskrifning på ett ganska illa bevaradt exemplar, härrörande från »Graptolithengestein». Hans *H. erraticus* har longitudinella fåror på ventralsidan samt en betydligt större divergensvinkel än *H. scanicus* Grönw. Emellertid ha nordtyska geologer[2]), som haft framför sig block af

[1]) Dessa utskott böra säkert tydas som muskelfästen, i enlighet med hvad Holm gjort för *H. arenophilus* (*1893*, s. 71, tafl. 1, fig. 81). Den anförda figuren visar aftryck af insidan till ett operculum. Vid den ventrala sidan finnas 2 ganska djupa fåror, som tydligen angifva motsvarande *utskott* hos sjelfva operklet.

[2]) Krause omtalar (*1891*, s. 58—61) »einen *Hyolithes*, der von *H. erraticus* Koken wohl nicht sehr verschieden sein dürfte». Han angifver samtidigt, att den ifrågavarande i block anträffade hyoliten var fullkomligt öfverensstämmande med exemplar från vid Ramsåsa anstående bergart. Och Steusloff bestämmer (*1892*, s. 344—347) i block, som han med full rätt antager härstamma från Ramsåsa, en hyolit till *H. erraticus* Koken; äfven Steusloff hade jemförelsematerial från Ramsåsa till sitt förfogande.

Ramsåsabergarten, bestämt hyoliter i sådana block till *H. erraticus* KokEN, och är det derför nödvändigt pointera, att vår art är bestämdt skild från *H. erraticus* KokEN.

Cephalopoda:

Orthoceras spp.

I kalkstenar öster om stenbrottet samt från öfre lagren i detta ha anträffats en del orthocerer, men, då dessa samtliga varit långt ifrån väl bevarade, ha de icke kunnat läggas till grund för närmare beskrifning. Dock kan man säga, att de representera två arter, af hvilka den ena påminner om *Orthoceras annulatum* Sow., men den andra har slätt skal.

I gotlandiums fauna spela ostrakoderna en ganska vigtig roll, i det att de här förekomma i stor rikedom, både hvad arter och individ beträffar. Då de emellertid i allmänhet äro temligen små former, och de olika arterna stundom skilja sig från hvarandra endast genom ganska minutiösa karakterer, har man hittills icke egnat ostrakoderna den uppmärksamhet, de tvifvelsutan förtjena; särskildt är kännedomen om arternas vertikala utbredning mycket bristfällig. Ostrakodfaunan i det baltiska gotlandium (Ösel, Gotland och Skåne) har endast mera tillfälligtvis blifvit behandlad; deremot äro relativt talrika undersökningar utförda på det rika material af gotlandiska block, som den nordiska inlandsisen spridt ut öfver den nordtyska slätten. Merendels är det omöjligt att bestämdt uttala sig om dessa blocks hemort och geologiska ställning, hvarför också det geologiskt-stratigrafiska resultatet af dessa undersökningar oftast är temligen klent; artbeskrifningen lemnar emellertid i alla händelser ett godt grundlag för fortsatt arbete.

De recenta ostrakoderna erbjuda för studiet af gotlandiums ostrakodfauna endast få jemförelsepunkter. På grund häraf blir det i många fall rent af omöjligt eller åtminstone förenadt med stor svårighet att afgöra vissa grundspörsmål angående de gotlandiska ostrakodernas organisation, såsom t. ex. skalets ställning, könsskillnad, etc.

Med hänsyn till den allmänna uppfattningen af de gotlandiska ostrakodernas organisation ansluta vi oss närmast till den uppfattning, som uttalas i de af KRAUSE och KIESOW offentliggjorda arbetena beträffande denna djurgrupp. Se härom vidare i noten till s. 55.

Ostracoda:

Leperditia inæqualis GRÖNW.

Tafl. IV, fig. 1, 2 a, b och 3.

1874. *Leperditia Angelini* (FR. SCHMIDT) LUNDGREN, s. 9 och 13.
1875. » *tyraica* (FR. SCHMIDT) LINNARSSON, s. 280.
1883. » *phaseolus* (HISINGER p. p.) FR. SCHMIDT, s. 9.
1897. » *inæqualis* GRÖNWALL (utan beskrifning och afbildning).

Till formen aflång, de båda skalen mycket olika både i dimensioner och hvälfning, högerskalet betydligt både längre och högre. Låsrand rak; skalet såväl framtill som baktill utskjutande förbi denna, framändan i en parabolisk kroklinje, bakändan i en cirkelbåge; den bakre skalranden bildar å högerskalet större vinkel med låsranden än den främre. Högerskalets ventralrand skjuter i en jemn flack båge ut nedom vensterskalet. Förhållandet mellan längd och höjd varierar på högerskalet mellan 100 : 65 och 100 : 62 och på vensterskalet mellan 100 : 61 och 100 : 57. Då *låsrandens längd* tages till enhet, [1]) framträder, som nedanstående dimensionstabell utvisar, olikheten mellan skalen särskildt tydligt.

	Längd	Lås-randen	Höjd	Längd	Lås-randen	Höjd	Längd	Lås-randen	Höjd
	mm	mm	mm	*Uttryckt i delar af låsranden*			Uttryckt i delar af längden		
Vensterskal	14,0	10,5	8,5	1,33	1	0,81	1	0,75	0,61
	12,5	9,0	7,2	1,39	1	0,80	1	0,72	0,59
	9,5	7,0	5,5	1,35	1	0,79	1	0,74	0,57
Högerskal	14,5	10,0	9,0	1,45	1	0,90	1	0,69	0,62
	13,0	9,0	8,5	1,44	1	0,94	1	0,69	0,65

Största höjden finnes på högerskalet vid eller obetydligt bakom midten, på vensterskalet ligger den deremot något längre bakåt.

På högerskalet finnes största hvälfningen i midten, der en buckla bildas, hvarifrån skalet sluttar åt alla sidor, bakåt alldeles jemnt, framåt med nästan tvärt fall mot ventralranden. På vensterskalet är den största hvälfningen belägen framom midten, och det högst hvälfda partiet sträcker sig derifrån, längs ventralranden, förbi midten; skalet stupar härifrån ganska starkt framåt och mot ventralranden och mera flackt bakåt och mot låsranden. Vensterskalet har längs låsranden en svagt upphöjd valk, som särskildt är markerad i bakre delen af skalet och framåt så småningom utplånas. Högerskalet har längs kanten både framtill och baktill en plattad limb; en dylik framträder också på bakre ändan af vensterskalet.

Ögontuberkeln omgifves af en stundom upphöjd rombisk fläck, mot ventralsidan begränsad af en fåra, som i sitt förlopp bildar en spetsig vinkel. Den rombiska fläcken är endast genom ett smalt, jemnbredt mellanrum skild från midtfläcken. Höger- och vensterskal finnas isolerade; exemplar med båda skalen hopliggande ha icke påträffats.

Förekommer vid Ramsåsa sparsamt i sandstenen, både i stenbrottet och annorstädes, och är ofta det enda fossilet i densamma; i kalksten är den funnen dels i

[1]) Enär låsranden naturligtvis bör vara lika lång på de båda skalen af samma individ, måste densamma vara ett konstant gemensamt mått för jemförelse mellan höger- och vensterskal.

stenbrottets öfre del, dels vid lokal *I*. Denna art förekommer således vid Ramsåsa både i lag *3* och i lag *4*. Vid Klinta liksom vid Övedskloster är den ganska allmän i de öfre sandstenslagren; vid Bjersjölagård är den funnen i de öfre lagren i kalkstensbrottet, alltså i lag *1*.

Sandsten med *Leperditia inæqualis* (ofta mycket talrik) är som lösa block ganska allmän i vissa delar af mellersta och vestra Skåne, så t. ex. vid Eslöf, Hoby och Kjeflinge.

När denna art förekommer i sandsten, är skalet alltid omvandladt till jernoxidhydrat, så att fossilen mycket tydligt synas mot den ljusare bergarten; som oftast äro dock derigenom de finare karakterer, som eljes kunna iakttagas på kalkskalets yta, mer eller mindre utplånade.

De arter, hvilka *L. inæqualis* står närmast, äro *L. tyraica* Fr. Schmidt (*1873*, s. 13, tafl. 1, fig. 10—12) och *L. phaseolus* His. (Fr. Schmidt *1883*, s. 9). Från begge skiljer den sig genom den stora olikheten mellan de båda skalen och genom den oregelmessiga hvälfningen, särskildt hos högerskalet. *Leperditia phaseolus* His. tyckes efter senare undersökningar, särskildt af Chmielewski (*1900*, s. 22—24 m. fl. st.), omfatta en större formserie, bland hvars mera extrema former finnas två, som närma sig vår art, nämligen *L. phaseolus* var. *lata* Chm. (l.c., tafl. 2, fig. 30, 31) och allra mest *L. phaseolus* var. *borussica* Chm. (l. c., tafl. 2, fig. 32, 33). Denna senare skiljer sig dock från vår art deri, att dess kontur icke bildar så jemna båglinjer, och deri, att den bakre delen är mera hvälfd; ögontuberkeln och fläckarne (muskelintrycken) synas också vara belägna närmare dorsalranden.

Som synonymiförteckningen visar, har vår art af tidigare författare blifvit ganska olika tolkad; Linnarsson bestämde den som *L. tyraica* Fr. Schmidt och Lundgren som *L. Angelini* Fr. Schmidt. Denna senare art blef sedan förd samman med Hisingers *L. phaseolus*, och Schmidt medgaf riktigheten deraf. Samtidigt uppförde han bland synonymerna till sin *L. phaseolus* His. också vår *Leperditia* från Ramsåsa och uttalade sig om dessa former på följande sätt: »Sehr nahe ist mit unserer Art», *L. phaseolus* His.,» (auch durch die Flecke) die im gleichen Niveau vorkommende *L. tyraica* m. aus Podolien und Galizien verwandt, so nahe, dass bei dem Vorkomniss von Ramsåsa in Schonen eine Meinungsverschiedenheit zwischen Lundgren und Linnarsson eintreten konnte. Als ich übrigens Linnarsson die ächte *L. tyraica*, vom Dniestr, brachte, schloss er sich Lundgren's Meinung an, womit ich mich nach Ansicht der Exemplare nur einverstanden erklären konnte.»

Sedan vi haft tillfälle att jemföra de skånska exemplaren med *L. phaseolus* från Gotland, är det oss fullt klart, att en identifiering är omöjlig, och heller icke har det lyckats oss att föra vår form samman med någon af de varieteter af *L. phaseolus* His., som Chmielewski uppställt, sålunda ej heller med dennes *L. phaseolus* His. var. *Angelini* Fr. Schmidt.

Aparchites obsoletus Jones et Holl.
Tafl. IV, fig. 4, 5.

1865. *Primitia obsoleta* Jones et Holl, s. 423, tafl. 13, fig. 12 a, b, c.
1877. » » Krause, s. 37.
1889. *Aparchites obsoletus* Jones, s. 384.
1891. » (?) » Krause *1891*: 1, s. 8.
» » (?) » Krause *1891*: 2, s. 492, tafl. 30, fig. 1 a, b, c.

Fossilet påminner i sin allmänna byggnad mycket om en *Leperditia*.

Skalen olikstora och af olika form, aflånga och hvälfda, med dorsalranden svagt konvex, mest på högerskalet; låsrandens hörn oftast skarpa och tydliga, en dorsalyta alltid väl framträdande. Högerskalet betydligt högre än vensterskalet, med kanten omviken på ventraldelen och skjutande nedom vensterskalet, som har en smal, något streckad, vertikalt stående, ej genom invikning förtjockad, ventralrand.

Högerskalet är nästan jemnt rundadt, med cirkelbåglinjer bildande såväl ventralrandens som främre och bakre ändans konturer. Det är nästan symmetriskt, dock kan man iakttaga, att bakändan skjuter något längre förbi låsranden än hvad framändan gör. Hvälfningen är ojemn, störst i midten; bakre delen af skalet är tillplattad, särskildt åt dorsalsidan.

Vensterskalet är lägre, mera aflångt, med ventralranden mindre rundad, nästan rätlinig, symmetrien fullständig. Hvälfningen är mera jemn än på högerskalet, så att vensterskalet har nästan jemn sluttning både framåt och bakåt.

Skalytan är i allmänhet glatt, dock kan man på enstaka exemplar se en antydan till ornering med fina, instuckna punkter.

Vanligen förekomma de båda skalen åtskilda, endast tre fullständiga exemplar med begge skalen sammanhängande ha påträffats.

Dimensioner: Totala längden 1,2—1,5 mm. Höjd af högerskal 1,0—1,1 mm, höjd af vensterskal 0,9 mm. Dorsalrandens längd 0,8—1,0 mm. Tjocklek af helt exemplar c:a 1 mm.

Arten förekommer ingalunda sällsynt i kalkstensbanden vid Ramsåsa (i lag *3* och *4*), liksom vid Klinta och Bjersjölagård (i lag *1* och *3*). Såväl Jones som Krause beskrifva den från lösa block af gotlandisk kalksten ur det nordtyska diluviet.

Det kan i viss mån vara tvifvelaktigt, om denna art i sjelfva verket bör hänföras till slägtet *Aparchites*, enär diagnosen för nämnda slägte anger, att högerskalet icke vid ventralranden skjuter nedom vensterskalet. Fullständiga exemplar af *A. obsoletus* Jones et Holl visa nämligen otvetydigt högerskalets ventralrand öfverskjutande alldeles så som hos *Leperditia*. Dock bör det framhållas, att just Jones, som sjelf uppställt slägtet *Aparchites*, öfverfört sin *Primitia obsoleta* till detta.

KRAUSE sätter också ett ? vid slägtnamnet. Naturligtvis vore en revision af denna och närstående arter af behofvet påkallad, men dertill kräfves ett mera omfattande material, än det, hvaröfver vi nu förfoga. Flera arter af slägtet *Aparchites*, t. ex. *A. ovatus* JONES et HOLL och *A. oblongus* JONES et HOLL, ha båda skalen jemnhöga. Mellan dessa arter och *A. obsoletus* JONES et HOLL synes förefinnas samma skiljaktighet som mellan slägtena *Isochilina* och *Leperditia*.

Primitia mundula JONES.

Tafl. VI, fig. 1.

1855. *Beyrichia mundula* JONES, s. 90, tafl. 5, fig. 23.
1865. *Primitia mundula* (JONES) JONES et HOLL, s. 419.
1891. » » (JONES) KRAUSE, (1891: 2) s. 495, tafl. 30, fig. 5—7.
1895. » » (JONES) MOBERG, s. 13, taflans fig. 7.

Temligen variabel art.

Skalets form oval; låsranden rak, $^2/_3$ till $^3/_4$ af skalets hela längd. Den nedre skalkonturen mer eller mindre regelbundet böjd; än är skalet framtill betydligt smalare än baktill, än är det nästan symmetriskt; dess höjd är ungefär $^2/_3$ af längden. Tjockleken af ett helt exemplar (med båda skalen hopliggande) är nära nog lika med skalens höjd. Hvälfningen, som alltid är kraftigast vid ventralranden, varierar i så måtto, att den än är ungefär lika stark i skalets främre och bakre del, än betydligt starkare i denna senare.

Från midten af låsranden går en fåra af vexlande styrka in till midten af skalet. Stundom utvidgas fårans undre del så, att en fördjupning här bildas midtpå skalet. Stenkärnan visar denna fåra mera differentierad, och man kan stundom iakttaga en svagare bakre gren, omslutande en otydlig tvärvalk bakom den nämnda fördjupningen.

Skalets längd är vanligen 1 mm; större exemplar kunna mäta intill 1,5 mm i längd.

Arten, som träffas både i skiffer och kalksten, förekommer vid Klinta i lag *1* och lag *3*, vid Bjersjölagård i lag *1*, vid Ramsåsa i lag *3* samt vid Tosterup i posidonomyaskiffern. I ostrakodkalken på södra Gotland är den ganska allmän. I Nordtyskland har man funnit den i lösa block.

Det torde icke vara så säkert, att hvad som här, såväl som hos äldre författare, blifvit inbegripet under namnet *Primitia mundula*, verkligen är en god art; då former med föga framträdande karakterer variera i så hög grad som här är fallet, ligger det nära till hands misstänka, att formserien kan upplösas i flera skilda arter. Huruvida så kan vara förhållandet beträffande *Primitia mundula*, är dock en fråga, hvars lösning torde vara förbehållen framtida undersökningar, som kunna stödja sig på ett mera fullständigt jemförelsematerial.

Beyrichia[1]) Buchiana Jones.

Tafl. IV, fig. 9.

1855. *Beyrichia Buchiana* Jones, s. 86, tafl. 5, fig. 1 a, b och 2.
1862. » » (Jones) Boll, s. 128, fig. 5.
1877. » » (Jones) Krause, s. 32, tafl. 1, fig. 14 a, b.
1885. » » (Jones) cum var. *lata, angustata, incisa* Reuter, s. 641—642, tafl. 25, fig. 10; tafl. 26, fig. 11, 12 och 13.
1888. » » (Jones) cum var. *nutans* Kiesow, s. 7, tafl. 1, fig. 10—14.

Skal halfcirkelformigt, med nästan plan lateralyta, hvarifrån de temligen smala loberna tvärt höja sig. Den främre loben halfmånformig, genom en trång och djup fåra fullkomligt skild från den elliptiska midtloben, som hästskoformigt hänger samman med den i dorsala ändan svagt utvidgade bakre loben. Honexemplarens rundade ventrallob täcker fullkomligt den främre lobens ventraländа och når stundom fram öfver en del af midtloben. Ventralranden är ofta försedd med små rundade knölar; skalytan, vanligen glatt, är stundom på loberna granulerad med små spridda korn.

Dimensioner: Längd 1,5—2,0 mm, höjd 1,2—1,5 mm.

Denna art varierar ganska mycket, och ofvanstående diagnos innehåller endast de karakterer, som äro gemensamma för hela formserien.

---

[1]) Den terminologi, vi här använda för slägtet *Beyrichia*, är den, som, grundad af Jones, användes af Krause och Kiesow i deras senaste arbeten; i likhet med dessa sistnämnda författare anse vi, att Reuter icke förebragt tillräckliga grunder för att man skulle frångå den äldre uppfattning, som representeras af Jones. I öfrigt hänvisa vi till de schematiska figurerna 9, 10 och 11 på taflan VI, der terminologien är närmare angifven. Dock bör framhållas, att denna terminologi på paleontologiens nuvarande ståndpunkt är endast hypotetisk, äfven om mycket talar till gunst för densamma.

Fig. 9 och 10 visa fossilen från sidan, så att *lateralytan* med dess genom fåror afskilda *lober* träder fram. Vid här använda uppställning vändes den raka *dorsal-* eller *låsranden* uppåt, den bågformiga *ventralranden* nedåt. Vidare beteckna vi skalets bredare ända med den mindre, vanligen raka, loben som *främre* och skalets smalare ända med den större, merendels bågböjda, loben som *bakre* samt exemplar med klotformigt ansvälld *ventrallob* (ventral del af främre loben) såsom honexemplar.

Fig. 11 visar ett tvärsnitt genom det ena skalet af ett honexemplar, med *låsranden* uppåt, *lateralytan* åt höger och den nedanför *limben* belägna *ventralytan* nedåt. Ventralytan är vid fossilens vanliga bevaringstillstånd jemförelsevis sällan synlig. I skiffriga bergarter ligga skalen med lateralsidan i samma plan som bergartens skiktytor, så att bergartsmassan merendels täcker den i regel helt smala ventralytan, som mera sällan kan fås fram genom preparering, något som för öfrigt också då fossilen äro bevarade i kalksten är en mycket vansklig sak. Skalen förekomma nästan alltid isolerade; vid Ramsåsa ha vi icke funnit ett enda exemplar af en *Beyrichia* med begge skalen sammanhängande. Skalen ha slutit samman på så sätt, att de legat med kanterna tätt mot hvarandra, utan att någotdera med ventralranden skjutit öfver eller förbi det andra.

Vid Ramsåsa förekommer arten sparsamt i lag *3*, vid Klinta och Bjersjölagård i lag *1*. På Gotland är den funnen i Lau och i Fardhem (Visne myr).

Den vid Ramsåsa förekommande formen har loberna glatta, ofårade; den främre loben är betydligt högre i sin bakre än i sin främre del, den bakre loben vidgas jemnt från dess ventrala till dess dorsala ända. Ventralranden är försedd med knölar; stundom finnes vid densamma en svag fördjupning midtför fåran mellan främre loben och midtloben.

De vid Ramsåsa förekommande individen böra säkert hänföras till artens hufvudform; äfven om former förekomma, hvilka i någon mån variera med hänsyn till lobernas bredd eller stundom visa en svag granulering på loberna, kan dock ingen af dessa identifieras med någon af de varieteter, som Reuter eller Kiesow uppställt.

Beyrichia cuspidata Grönw.

Tafl. IV, fig. 6 och tafl. VI, fig. 2.

1897. *Beyrichia cuspidata* Grönwall (utan beskrifning och afbildning).

Skal aflångt rundadt, högst i midten, föga hvälfdt; främre ändan något skjutande fram förbi låsranden.

De tre loberna äro vid ventralsidan sinsemellan svagt förenade genom låga upphöjningar. Främre loben löper ut i en spets, som skjuter upp öfver dorsalranden; vidgande sig åt ventralsidan, böjer den, der den är som bredast, af bakåt och inåt samt förenar sig derpå med de andra loberna. Härigenom uppstår på hanexemplar ett litet plant fält mellan limben och lobernas föreningspunkt. Den ovala midtloben når icke helt ut till låsranden; dorsalt skiljes den genom ganska breda fåror från de båda andra loberna, men ventralt smälter den deremot samman med dem. Den är ganska hvälfd och i dorsalpartiet tillspetsad, så att detta ofta utgör skalets högsta del. Bakre loben är bredast i sin dorsala del, der den också, frånsedt allra främsta delen, är lägst; framtill har den nämligen en liten spets, som just når fram till dorsalkanten; bakre-undre konturen går med jemn rundning parallel med limben. Mot ventralsidan blir loben smalare och högre, till dess den når föreningspunkten mellan de tre loberna, der den åter blir svagare och lägre. Loberna äro alla hela, utan fåror. Ventralloben är på honexemplar stor och äggformig, täckande ventrala delen af den främre loben, men lemnande midtloben helt och hållet fri; dess axel lutar c:a 60° mot dorsalranden.

Ventralranden är försedd med spetsiga taggar, hvilka oftast äro afbrutna och då framträda som små knölar. Skalytan är tätt chagrinerad, företrädesvis på loberna, dock icke på honexemplarens ventrallob.

Dimensioner:		längd		höjd	
Hanexemplar,	längd	3,1	mm, höjd	1,7	mm.
»	»	1,9	»	» 1,0	»
Honexemplar,	»	3,0	»	» 2,0	»
»	»	2,6	»	» 1,8	»

Förekommer sällsynt i kalkstenen öster om stenbrottet vid Ramsåsa [1]). Vid prepareringen springer ofta skalet af, hvarvid lobernas dorsala spetsar merendels afbrytas.

Bland förr beskrifna och afbildade arter tyckes denna, hvad lobernas såväl form som anordning beträffar, närmast likna BOLLS afbildning (*1862*, s. 33, tafl. 1, fig. 7) af *B. spinigera* BOLL. Figuren i fråga visar dock midtloben fri och förbindelsen mellan främre och bakre loben ganska svag. Emellertid har KRAUSE efter jemförelse med BOLLS originalexemplar senare (*1891*, s. 501, tafl. 31, fig. 19—20) lemnat nya afbildningar af denna art. Med dessa KRAUSES afbildningar visar vår art så betydliga olikheter, att hvarje möjlighet att hänföra den till *B. spinigera* BOLL dermed torde vara utesluten. *B. spinigera* BOLL har en tydlig fåra på bakre loben, som också är mera plattad; största olikheten med vår art ligger dock deri, att mellersta loben är betydligt kortare samt endast genom smala och svaga fåror skild från de öfriga.

Beyrichia Kochi BOLL.

Tafl. IV, fig. 7 och tafl. VI, fig. 3.

1862.	*Beyrichia Kochii* BOLL,	s. 121, tafl. 1, fig. 2.
1877.	» » (BOLL)	KRAUSE, s. 33, tafl. 1, fig. 15.
? 1885.	» » »	REUTER, s. 643, tafl. 26, fig. 15.
1889.	» » »	KIESOW, s. 101, tafl. 24, fig. 7—9.

Skalet, hvars omkrets bildar ett cirkelsegment, som är något större än en halfcirkel, är starkt hvälfdt, så att loberna höja sig från en konvex yta. Den främre loben är smal, halfmånformig, jemnt sluttande framåt och tvärt stupande bakåt samt genom en djup och smal fåra skild från den elliptiska midtloben, som står vinkelrätt mot dorsalranden och vanligen är fullständigt fri. Den bakre loben, som är rundad i dorsala ändan, blir bredast på midten och afsmalnar derefter jemnt

---

[1]) *B. cuspidata* är här vidare funnen på lokal *I*. Bland de *Beyrichia*-arter, som i det föregående, sid. 16, uppförts å fossillistan från nämnda lokal, finnes också *B. spinigera* BOLL, hvilken särskildt angafs som begränsad till de undre lagren. Vid en närmare undersökning af dessa fossil har det emellertid visat sig, att hvad som blifvit taget för *B. spinigera* i sjelfva verket är yngre individ af *B. cuspidata* GRÖNW., på hvilka skalet blifvit något skadadt, särskildt i den ventrala delen. Exemplaren voro alla temligen små (1,8 mm långa) och hade fårorna skarpt utpräglade i den dorsala delen, hvilket gjorde, att öfverensstämmelsen med *B. cuspidata* från kalkstenen Ö om stenbrottet icke föll så skarpt i ögonen. Exemplaren från lokal *I* äro så dåligt bevarade, att man icke med säkerhet kan afgöra, om tilläfventyrs andra olikheter än de, som härröra från individens ungdom, förefinnas.

Deremot anse vi oss, efter en revision af materialet, böra hålla fast vid möjligheten af, att *B. spinigera* BOLL är att finna i colonusskiffern vid Lerberget. Här stämmer också förekomsten af *B. spinigera* BOLL bättre öfverens med den från annat håll kända nivån, än en förekomst i lag *3* af yngre gotlandium skulle gjort. I nordtyska diluviet träffas nämligen *B. spinigera* i de så kallade *Encrinurus*-blocken samman med *Beyrichia Jonesi* och *Leperditia baltica* (KRAUSE *1891*: 2, sid. 502).

mot ventralranden. Med ventraländan når den bakre loben fram under spetsen af midtloben, från hvilken den vanligen skiljes genom en fåra af vexlande bredd; stundom äro dock dessa två lober hästskoformigt förenade genom en svag och låg upphöjning. Längs bakre loben är skalets limb mycket smal. De två främre loberna sakna fåror, den bakre deremot är genom sådana mer eller mindre tydligt tredelad. Stundom finnas endast antydningar till dessa fåror, men vanligen är den undre (mera ventrala) fåran mycket tydlig; denna, som börjar ungefär i jemnhöjd med midtlobens ventraländа och derifrån går nästan parallelt med skalets ytterrand, når sällan fram till lobens ytterkant. Den öfre fåran är stundom otydlig, vanligen går den icke helt öfver loben. Vid dorsalranden finnes alltid mellan den bakre och den mellersta loben en obetydlig triangulär knöl, som med ena spetsen skjuter in mellan loberna. Limben är utmed främre lobens ventrala del stundom streckad med fina radierande linjer. Skalytan är på loberna försedd med en ornering af mycket fina instuckna punkter; den bakre loben har derjemte en grof granulering.

Äfven honexemplar äro observerade, fast relativt sällsynta. Ventralloben är nästan rund, belägen temligen långt fram och försedd med samma punktering som de båda främre loberna. Den mellersta loben är ställd något snedt mot dorsalranden. Honexemplar från Ramsåsa synas vara något högre än hvad den enda afbildning af sådana, som hittills finnes i litteraturen, nämligen hos KIESOW (*1889*, tafl. 24, fig. 9), tyckes gifva vid handen.

Dimensioner: Hanexemplar. Längd 1,7, höjd 1,3, dorsalrand 1,5 mm.
Honexemplar. » 2,0, » 1,6, » 1,8 »

Arten förekommer temligen allmänt vid Ramsåsa i lag *4*. Är förr endast funnen i lösa block i Nordtyskland.

Beyrichia Maccoyiana JONES.

Tafl. IV, fig. 8, och tafl. VI, fig. 4, 5.

1855. *Beyrichia Maccoyiana* JONES, s. 86, tafl. 5, fig. 14.
1858. » » » , s. 252, tafl. 10, fig. 15 a, b.
1862. » » (JONES) BOLL, s. 134, tafl. 1, fig. 9.
» » *cincta* BOLL, s. 123, tafl. 1, fig. 4.
? » » *elegans* » , s. 135, tafl. 1, fig. 10.
1877. » *Maccoyiana* (JONES) KRAUSE, s. 34, tafl. 1, fig. 16 a, b.
1885. » » (JONES) REUTER, s. 643, tafl. 26, fig. 16.
» » » var. *sulcata* REUTER, s. 644, tafl. 26, fig. 17.
» » » » *lata* REUTER, s. 644, tafl. 26, fig. 18.
» » » (JONES) RÖMER, s. 109, tafl. 8, fig. 15 a—c.

Skal nästan halfcirkelformigt, högst framom midten, endast obetydligt hvälfdt. Främre loben bred, halfmånformig, genom en grund, svängd fåra skild från den mellersta loben, som är smalare, till formen elliptisk och nående ända till dorsal-

randen. Den bakre loben är längre och bredare än de öfriga samt i sin dorsala del baktill afrundad och framtill försedd med en liten spets. Fåran, som skiljer den mellersta loben från den bakre, är både bredare och djupare än den, som skiljer densamma från den främre. Förbindelsen loberna emellan på ventralsidan är mycket varierande; stundom äro alla tre löst förenade genom svaga upphöjningar, stundom åter äro alla loberna fria, men vanligen är den främre fri och den bakre hästskoformigt förbunden med den mellersta. Huru förbindelsen än må variera, äro dock lobernas inbördes läge och storlek fullt konstanta. Vid ventralranden finnes något framom midten, nedanför lobernas föreningspunkt, en fördjupning, som går fram mot randen, men dock icke (såsom fallet är hos *B. scanensis* KOLM.) når denna. Limben är hos väl utvecklade individ radialt streckad och liggande i samma plan, således utan någon insänkning.

På honexemplar är ventralloben stor, päronformig och belägen nära midten af skalet; dess axel bildar med låsranden en vinkel af en 25°. Skalkonturen är mindre regelbunden än på hanexemplar, i det att ytterranden utanför ventralloben är betydligt utbugtad, hvarvid å ömse sidor om denna en mycket trubbig inåtgående vinkel bildas på den annars jemna båglinjen. Äfven ventralloben omgifves på yttre sidan af en smal list, som utgör en direkt fortsättning af öfriga limben [1]). Ventralloben är försedd med en skulptur af ytterst fina undulerande linjer, om hvilka figuren endast kunnat ge en antydan. För öfrigt är skalet, både på han- och honexemplar, glatt eller orneradt med fina instuckna punkter.

Dimensioner: Hanexemplar, längd 0,9—1,2 mm, höjd 0,7—0,9 mm.
Honexemplar, längd 1,2—1,5 mm, höjd 1,0—1,2 mm.

Förekommer vid Ramsåsa i lag *3* och *4*, vid Klinta i lag *1* och *3*, vid Bjersjölagård i lag *1* och *3* samt vid Övedskloster i lag *4*. Exemplaren från Ramsåsa öfverensstämma väl med tidigare beskrifningar; förutom hufvudformen finnas der äfven exemplar, som kunna hänföras till var. *lata* REUTER. Hvad dimensionerna beträffar, tyckes variationen vara temligen stor. Exemplaren från Ramsåsa äro mycket små; af äldre författare angifver endast BOLL så små dimensioner. Vid Klinta, der arten i lag *1* tyckes uppnå mera betydande storlek, nämligen ända upp till 3 mm i längd, finnes också var. *sulcata* REUTER. Då artens varieteter utan gräns synas öfvergå i hvarandra, torde det vara lämpligast att åtminstone tillsvidare ej särskilja sådana. Om en noggrannare jemförande undersökning kan visa någon olikhet i *vertikal* led, skulle det kanske vara skäl att upptaga frågan.

B. Maccoyiana, särskildt var. *lata* REUTER och andra former af *B. Maccoyiana* med väl utbildad fördjupning vid ventralranden, stå *B. scanensis* KOLM. (= *B. hians* BOLL) mycket nära. Troligt är, att de båda arterna äro genom öfvergångar förbundna med hvarandra; KOLMODINS *B. scanensis* från Klinta torde i så fall representera den ena yttergränsen för variationen, hvarom närmare under beskrifningen af *B. scanensis*.

---

[1]) Detta ses tydligt å fig. *4 a* och *b* på tafl. VI.

Beyrichia nodulosa Boll.

Tafl. IV, fig. 10.

1856. *Beyrichia spinulosa* Boll, s. 323, fig. 3.
1862. » *nodulosa* Boll, s. 131, tafl. 1, fig. 6.
1885. » *dubia* Reuter, s. 648, tafl. 26, fig. 22.
1888. » *Lindströmi* cum var. *expansa* Kiesow, s. 5, tafl. 1, fig. 2—9.
1891. » *nodulosa* (Boll) Krause, (*1891*: 2) s. 500, tafl. 32, fig. 11.

Temligen variabel art, som derför också beskrifvits under flera olika namn.

Till formen oval med något oregelbunden kontur; främre ändan skjuter vanligen något fram förbi dorsalranden. De tre loberna, som höja sig från en nästan plan lateralyta, äro alla ventralt svagt förenade.

Främre loben halfmånformigt böjd; ofta är den i ventraländan starkt utvidgad, så att den i jemn sluttning når limben, och man kan då iakttaga en svag fåra, som går snedt öfver loben. I ventrala ändan är den mer eller mindre tydligt förbunden med midtloben; denna förbindelse är dock svagare än den, som förefinnes mellan den mellersta och den bakre loben, hvilka båda tillsamman bilda liksom ett organiskt helt, under det att den främre gör intryck af att vara löst tillhäftad de öfriga. Midtloben är oval, hästskoformigt förbunden med den bakre genom en något smalare list. Den bakre loben utvidgar sig starkt från ventrala till dorsala ändan och har en eller två, mer eller mindre tydliga, insänkta linjer, som gå snedt öfver densamma. De fåror, som åtskilja loberna, äro kraftiga och djupa samt behålla från dorsalranden till lobernas föreningspunkt nästan samma djup.

Limben är ofta försedd med små knölar.

Skalytan är på loberna chagrinerad, om ock stundom ganska svagt, medan den i fårorna vanligen är glatt.

Honexemplar förekomma endast sällsynt.

Dimensioner: längd 1,5—2,5 mm, höjd 1,0—1,6 mm.

Arten förekommer vid Ramsåsa sparsamt i lag *3* samt är vid Klinta och Bjersjölagård också funnen i samma lag. På Gotland förekommer den vid Östergarn.

Af i litteraturen lemnade figurer, som äro att hänföra till denna art, komma Kiesows ofvan citerade fig. 8 och 9 närmast den skånska formen. De nämnda afbildningarne återgifva exemplar från Gotland, hvilka Kiesow uppställer som *B. Lindströmi* var. *expansa*, hufvudsakligen karakteriserad deraf, att den främre loben är bredare och framtill mera utplattad, hvarjemte också de andra loberna vanligen äro bredare och lägre. Kiesow har bland gotländska exemplar iakttagit öfvergångar mellan hufvudformen och varieteten.

I Skånes gotlandium tyckes var. *expansa* vara öfvervägande, men då denna varietet sluter sig så nära till hufvudformen, att vi icke äro fullt öfvertygade om dess sjelfständighet, ha vi föredragit att hänföra den skånska formen till hufvudformen, som då också omfattar Kiesows var. *expansa*.

Beyrichia obsoleta GRÖNW.
Tafl. IV, fig. 11—12.

1897. *Beyrichia obsoleta* GRÖNWALL (utan beskrifning och afbildning).

Omkretsen (särskildt på yngre exemplar) rundadt aflång. Största höjden befinner sig något bakom midten. Skalet är temligen regelbundet hvälfdt, från låsranden nästan jemnt stigande till ventralranden. Loberna äro åtskilda genom grunda fåror. Främre loben, bred och flack, högst i sin ventrala del, är tydligt skild från den mellersta loben, mindre skarpt från den bakre. Denna senare, som är bredast vid dorsalranden och der afrundad eller stundom försedd med en obetydlig spets, når nästan helt ut till ventralranden, der den slutar midtför den mellersta lobens ventraländа, från hvilken den skiljes endast genom en mycket svag fåra. De dorsala delarne af midtloben och bakre loben äro deremot skarpt skilda af en bred, tydlig fåra. Stundom är den bakre loben tudelad genom en grund fåra, som närmare den ventrala kanten förlöper snedt öfver loben och slutar vid midtlobens ventrala ända. Den mellersta loben är oval, högre i dorsala delen, svagt sluttande mot ventralkanten och der mindre skarpt afsatt mot de öfriga loberna. På yngre exemplar äro fårorna mycket svaga, så att midtloben mest synes som en förhöjning ofvanpå det regelbundet hvälfda skalet.

Honexemplar hafva den främre lobens ventrala del utvecklad som en stor ventrallob, som skjuter ut öfver limben. Ventralloben är oval, flack, snedt ställd emot skalets längdaxel, tydligt afgränsad från den bakre loben, men ofta nästan sammanhängande med midtloben. Fårorna mellan loberna äro betydligt grundare på honexemplar än på hanexemplar.

Skalytan är merendels glatt, stundom dock svagt granulerad.

Dimensioner: Hanexemplar med en höjd af 1,8 mm mätte i längd 2,2 mm och honexemplar, med en höjd af 2,2 mm, 2,8 mm.

Arten förekommer synnerligen rikligt vid Ramsåsa i lag *4*, såväl och förnämligast i de öfre kalkstens- och skifferlagren i stenbrottet, som i kalkstenen öster om detsamma. Den är äfven funnen sparsamt i lag *3* vid Klinta.

Beyrichia obsoleta står mycket nära *B. borussica* (KIESOW *1890*, s. 101, tafl. 24, fig. 10—14) och ansluter sig till den formserie, som grupperar sig kring *B. Kloedeni* M'COY, ehuruväl den är en föga differentierad form. *B. borussica* KIES har emellertid längden större i förhållande till höjden, samt skalytan i sin helhet tydligt granulerad, dessutom är limben ofta försedd med små tuberkler samt fåran på bakre loben väl utvecklad. *Beyrichia Kloedeni* M'COY var. *acadica* (JONES *1889*, s. 379, tafl. 17, fig. 3—6 och 8—9) har ganska stor likhet med *B. obsoleta*, men saknar alltid fåra på bakre loben, hvarjemte främre loben ej är högst vid ventralkanten, utan jemnt sluttande *från* dorsalsidan *mot* ventralkanten. Honexemplar af *B. Kloedeni* var. *acadica* visa ventralloben betydligt mindre och mera centralt belägen, än hvad förhållandet är hos *B. obsoleta*.

Beyrichia Salteriana Jones.

1855. *Beyrichia Salteriana* Jones, s. 89, tafl. 5, fig. 15, 16.
1862. » » (Jones) Boll, s. 135, fig. 12.
1885. » » Reuter, s. 645, tafl. 26, fig. 19.

Denna art förekommer i lag *3* vid Ramsåsa sällsynt och alltid temligen illa bevarad, så att för afbildning lämpliga exemplar ej kunnat erhållas. Vid Klinta och Bjersjölagård förekommer den sparsamt i lag *1*. Möjligen är den också funnen i posidonomyaskiffern vid Tosterup, hvarifrån Moberg anför den med tvekan.

Lundgrens uppgift (*1875*, sid. 8—9), att *Beyrichia Salteriana* Jones vid Ramsåsa är synnerligen vanlig, beror sannolikt på en förvexling af denna art med *B. obsoleta* Grönw.

Beyrichia scanensis Kolmodin.

Tafl. IV, fig. 13.

1856. *Beyrichia hians* Boll, s. 323, fig. 4.
1862. » » » , s. 136, fig. 11.
1869. » *scanensis* Kolmodin, s. 19, fig. 11.
1891. » » (Kolm.) Krause, (*1891*: 2) s. 503, tafl. 32, fig. 4—5.

Skal bredt äggformigt med största höjden i midten. Loberna höja sig från en nästan plan lateralyta, som något framför midten har en insänkning, från ventralkanten gående rakt in på skalet ungefär till dess midt; på grund häraf ha måhända skalhalfvorna vid ventralranden icke slutit tätt samman, utan gapat framtill.

Främre loben är smal, skärformigt böjd, icke nående ut till kanten, fri eller ventralt svagt sammanhängande med den elliptiska midtloben, som sjelf hänger hästskoformigt samman med den breda bakre loben. Denna, som är högre än de båda andra, har vid dorsalkanten (der den är väl afrundad) sin minsta bredd, vidgar sig så bakåt och förbindes med midtloben genom en smal hals af samma höjd som denna. På den mellersta loben liksom på den bakre finnes en böjd fåra åtföljd af en list, hvarigenom å dessa lober ett sammanhängande hästskoformigt parti afskiljes. Ventrala limben är väl utvecklad; smalast utmed den bakre loben, vidgas den starkt framom dennes ventralända och är bredast under midtloben, der, som vi ofvan nämnt, randen är nedsänkt. Framom insänkningen höjer limben sig ånyo och går i skalets främre ända med en smal upphöjd list upp till dorsalranden [1]). Limben är fint streckad, hvilket bäst ses på den bredare delen vid och framom midten.

[1]) Det är denna listformiga del af limben, som föranledt Kolmodin att angifva 4 lober för denna art.

Honexemplar förekomma relativt sällsynt; ventralloben är brédt elliptisk, dess axel bildar en vinkel af c:a 45° med dorsalranden.

Dimensioner: Två hanexemplar mätte 1,5 och 2,0 mm i längd, med en höjd af 1,2 och 1,5 mm, resp.

Arten förekommer vid Ramsåsa i lag *3*, dels å lokal *B* i den östligaste delen af området, dels å lokal *I*, vester om stenbrottet; den är anträffad i såväl kalksten som skiffer. Vid Klinta och Bjersjölagård finnes den både i lag *1* och i lag *3*.

B. scanensis KOLM. tillhör samma formkrets som *B. Maccoyiana* JONES och är genom öfvergångar förbunden med denna. Man kan bland de former, som i litteraturen blifvit beskrifna och afbildade, uppställa en serie med jemna öfvergångar i följande ordning: *B. Maccoyiana* JONES var. *sulcata* REUTER, *B. Maccoyiana* JONES, *B. Maccoyiana* JONES var. *lata* REUTER, *B. hians* BOLL och *B. scanensis* KOLM. Af dessa intressera mellanleden kanske mest. *B. Maccoyiana* JONES var. *lata* REUTER har på ventralsidan något framom midten af skalet antydan till en insänkning. *B. hians* BOLL har denna insänkning synnerligen tydligt utvecklad, men efter BOLLS beskrifning saknas den af limben bildade främre listen äfvensom fåran på mellersta och bakre loberna. Bland exemplar från Klinta kan man finna alla de nämnda öfvergångarne, så att det understundom kan vara svårt att draga gränsen mellan *B. Maccoyiana* och *B. scanensis*.

Att vi här lemnat företrädet åt KOLMODINS namn »*scanensis*», som ju är yngre än BOLLS namn »*hians*», oaktadt vi innefatta äfven den af BOLL afsedda formen under namnet »*scanensis*», torde behöfva en förklaring. Vi anse nämligen KOLMODINS ursprungliga *B. scanensis* såsom en ytterpunkt i variationsserien, medan *B. hians* BOLL tydes som ett sannolikt ej fullt sjelfständigt mellanled, hvilket närmre ansluter sig till *B. scanensis* KOLM. än till *B. Maccoyiana* JONES.

Beyrichia Steusloffi KRAUSE.

Tafl. IV, fig. 14—15.

1891. *Beyrichia Steusloffi* KRAUSE, (*1891*: 2) s. 505, tafl. 32, fig. 6—9.

Skal rektangulärt med afrundade nedre hörn, föga hvälfdt, försedt med ett plattadt bräm, som utmed skalets ventrala rand når betydlig bredd. Genom tvenne mot den raka dorsalranden vinkelräta, grunda fåror delas skalet i tre, från hvarandra fullständigt isolerade, platta lober, af hvilka den mellersta är smalast. Den främre fåran, d. v. s. fåran mellan främre loben och midtloben, är grundast och har i hela sin längd samma styrka, den bakre fåran deremot är något svagare i närheten af dorsalranden. Skalet är, som nämndt, försedt med ett bredt bräm. Detta, som är regelbundet tvärstrieradt, börjar vid skalets bakre ventrala hörn, når snart derpå sin fulla bredd, med hvilken det fortsätter längs hela ventralranden. Från skalets främre ventrala hörn börjar brämet hastigt afsmalna, men kan dock följas ända bort till dorsalranden. Under detta bräm, som står rakt ut från skalet, vidtager en tydlig och väl utvecklad, något konkav, ventralyta.

Honexemplar äro ingalunda sällsynta och hafva en mycket uppsvälld ventrallob, något oregelbundet rundad och väl afgränsad från skalets öfriga delar. Den täcker största delen af främre fåran och når upp till $^3/_4$ af skalets hela höjd. Brämet har å honexemplaren i det stora hela samma utveckling som å hanexemplar, fast det å de förra till stor del döljes af ventralloben, under hvilken det endast framträder som en mycket svag upphöjd linje [1]).

Skalytan är glatt; stundom kan dock hos honindivid iakttagas en fin punktering på ventralloben.

Dimensioner: Dorsalrandens längd 1,0—1,5 mm. Höjd (med bräm) 0,7—1,1 mm.

Arten, som förekommer allmänt vid Ramsåsa, både i lag *3* och i lag *4*, är också funnen vid Klinta i lag *3*. Äfven i posidonomyaskiffern vid Tosterup har den anträffats. På Ösel har BONNEMA enligt benäget meddelande funnit den vid Ohhesare pank, och i nordtyska diluviet är den anträffad dels i block af en rödbrun kalksten, som alldeles gifvet har sin moderklyft i sammanhang med vår Ramsåsabildning, dels i sådana af en grå kalksten, hvars hemort icke kunnat bestämmas.

Vid första påseendet förefaller det som vore *B. Steusloffi* mycket olik öfriga arter af slägtet *Beyrichia*, men vid en närmare undersökning finner man dock, att organisationen i det stora hela är öfverensstämmande. Möjligen antyda lateralytans raka, mot dorsalranden vinkelräta, fåror och lober en viss slägtskap med de arter, som sammanförts till underslägtet *Kloedenia*.

Exemplaren från Ramsåsa stämma mycket väl öfverens med KRAUSES beskrifning och afbildningar i ofvan anförda fig. 6, 7 a och b, hvilka alla återgifva exemplar från block af brun kalksten (alltså af Ramsåsabergart), utom deri, att KRAUSE antyder, att brämet omslutit äfven den bakre ändan af skalet, något som dock det rikligare materialet från Ramsåsa visat icke vara fallet. KRAUSES figurer 8 och 9, hvilka återgifva exemplar från block af grå gotlandisk kalksten, visa deremot vissa olikheter. Skalet innanför brämet är nämligen mera rundadt, fårorna tydligt krökta och loberna mera hvälfda, än på exemplar från Ramsåsa.

Hos denna art, sådan den förekommer vid Ramsåsa, äro variationer egentligen att iakttaga endast i två afseenden, nämligen i fråga om brämets bredd samt beträffande förhållandet mellan höjd och längd.

Kloedenia [2]) **Kiesowi** KRAUSE.

Tafl. IV, fig. 16 och 17.

1854. (Icke namngifven) ANGELIN, tabula A, fig. 16 och 17.

1891. *Kloedenia Kiesowi* KRAUSE, (*1891*: 2) s. 506, tafl. 22, fig. 12—13.

[1]) Att så är förhållandet ses tydligt på fig. 7 b hos KRAUSE.

[2]) Namnet *Kloedenia* har visserligen, innan JONES använde detsamma för en dittills till slägtet *Beyrichia* räknad grupp ostrakoder, af GÖPPERT *1839* (LEONHARD und BRONN Jahrbuch, s. 518) blifvit användt för ett tertiärt trä, *Kloedenia quercoides*, hvilket sedermera af SCHENK (Paläobotanik s. 898) blifvit hänfördt till slägtet *Quercinium* UNGER, men denna omständighet torde dock icke få anses utgöra något hinder för att numera använda namnet *Kloedenia* för dessa gotlandiska ostrakoder.

Skal halfcirkelformigt till ovalt, nästan symmetriskt, med främre ändan något skjutande fram förbi dorsalranden. Det är starkt hvälfdt, högst vid dorsalranden samt i midten och derifrån nästan jemnt sluttande åt båda ändar samt mot ventralranden. Lateralytan delas af två hufvudfåror i tre lober, af hvilka den bakre åter tudelas genom en grund fåra. Den främre loben skiljes genom en smal och grund, bågböjd, framåt konvex, fåra från den ganska breda midtloben, som med sin spets nästan når ut till dorsalranden. Den bakre fåran, som skiljer midtloben från bakre loben, är något kraftigare än främre fåran; utgående från eller något framom dorsalrandens midt, är den nästan vinkelrät mot dorsalranden eller svagt framåtrigtad och sträcker sig ett längre eller kortare stycke in på skalet, hvars midt den dock sällan når. Den bakre loben är större än båda de andra tillsammans och är genom en bågböjd, mycket grund, men rätt bred fåra delad i två delar. Af dessa är den främre delen utbildad nästan på samma sätt som midtloben, men något högre än denna samt utlöpande i en spets, som når eller till och med skjuter upp öfver dorsalranden, medan bakre delen deremot mycket liknar främre loben, fast den är något bredare och lägre. Limben, som af en svag och fin fåra skiljes från öfriga lateralytan, är tydligast å ändarne af skalet. Midtloben och främre delen af bakre loben tillsammans bilda med sina dorsala partier skalets högsta del, i det att de häfva sig något upp öfver det öfriga mera jemnsluttande skalet.

Af denna art föreligga också honexemplar, med en stor, oval, uppsvälld, väl afgränsad ventrallob, hvars längdaxel bildar en vinkel af 20° mot dorsalranden. Ventralloben, som täcker en stor del af skalets ventraldel, upptager i sig delar af både främre loben, midtloben och bakre lobens främre parti.

Dimensioner: Längd 2,0—2,5 mm, höjd 1,2—1,5 mm.

Arten förekommer sparsamt vid Ramsåsa i både lag *3* och lag *4*. Den är äfven träffad i lag *1*, dels vid Klinta, der den är synnerligen allmän, dels, mera sparsamt, vid Bjersjölagård. I en Lunds geologiska museum tillhörig stuff från Gotland, utan närmare lokaluppgift, ha vi också iakttagit exemplar af denna art.

På nordtyska slätten har man funnit den, dels i grå Beyrichiakalk, dels i rödbrun kalksten, hvilken senare med säkerhet haft sin moderklyft i Ramsåsa.

Våra exemplar från Ramsåsa öfverensstämma mycket väl med Krauses afbildningar, som dock visa en något fullständigare symmetri, medan deremot exemplar från Klinta och Gotland förete smärre afvikelser. På dessa senare är nämligen oftast fåran mellan midtloben och den bakre loben både kraftigare och längre, så att den stundom når ned till ²/₃ af skalets höjd. Lateralytans öfriga fåror äro också djupare och kraftigare, så att midtpartiet vid dorsalranden framträder mera upphöjdt än på exemplaren från Ramsåsa.

Om denna olikhet är af någon större betydelse, så att den möjligen skulle berättiga till uppställandet af en varietet, våga vi icke nu afgöra, men anse dock troligast, att olikheten faller inom gränserna för sedvanlig variation hos dessa ostrakoder. Och i öfrigt tyckes äfven skäl föreligga att anse ofvannämnda djupa fåra, sådan den framträder på exemplar från Klinta, såsom en ålderskaraktär.

På ANGELINS till supplering af »Palæontologia scandinavica» afsedda, aldrig publicerade, men dock bland den tidens geologer ganska spridda »Tabula A» finnas två figurer, 16 och 17, hvilka alldeles säkert återgifva *Kloedenia Kiesowi* KRAUSE efter exemplar från Klinta eller Gotland. ANGELINS båda nämnda figurer visa nämligen de för exemplar från dessa fyndorter specifika karaktererna och skilja sig sålunda i viss mån från såväl våra som KRAUSES figurer.

Den honliga könskarakteren hos denna art är olika den hos vår andra gotlandiska *Kloedenia, Kl. Wilckensiana* JONES; härom få vi emellertid tillfälle att närmare yttra oss vid beskrifningen af denna sistnämnda.

Kloedenia Wilckensiana JONES et var. **plicata** JONES.

Tafl. VI, fig. 6—7.

1855. *Beyrichia Wilckensiana* JONES, s. 89, tafl. 5, fig. 17—18.
» » » var. *plicata* JONES, s. 89, tafl. 5, fig. 19—21.
» » » (JONES) BOLL, s. 137, fig. 14 a, b.
1877. » » » KRAUSE, s. 35, tafl. 1, fig. 18 a, b.
1885. » » » RÖMER, s. 105 (356), tafl. 8 (31), fig. 16 a—c.
» » *Wilkensiana* » REUTER, s. 647, tafl. 26, fig. 23.
1888. *Kloedenia plicata* JONES, s. 398, noten.
1889. *Beyrichia* (*Kloed.*) *Wilckensiana* var. *plicata* (JONES) KIESOW, s. 102, tafl. 24, fig. 15—16.

Skal halfcirkelformigt till ovalt, hvälfdt, genom tvenne mot dorsalranden nästan vinkelräta fåror deladt i tre lober, hvilka ventralt flyta samman till ett hvälfdt parti, som på hanexemplar är lika högt framtill och baktill, men på honexemplaren är högst framtill. Främre fåran är något bredare än den bakre, men denna senare är vanligen något djupare. Den främre och den mellersta loben, båda dorsalt något tillspetsade, äro lika stora, medan den bakre ofta är betydligt större. Den dorsalranden stundom något öfverskjutande midtloben har sin basala del genom en svag insnörning skild från den dorsala, som stundom bildar ett något tillplattadt fält, hvilket såsom figurerna utvisa begränsas af en mycket fin, svagt upphöjd linje. Bakre loben varierar mycket, stundom är den endast föga bredare än de andra, stundom åter nästan lika bred som begge dessa tillsammans (= var. *plicata*), så att den bakre fåran kommer vid skalets midt. När bakre loben betydlig bredd, löper en i det stora hela grund, bakåt konvex fåra längs lobens midt (liksom förhållandet är hos *Kl. Kiesowi*); denna fåra är svagast på midten och der stundom utplånad. Längs skalets främre, ventrala och bakre rand finns en tydlig, plan limb.

Äfven *honexemplar* förekomma temligen talrikt. Deras ventrala parti visar en stark ansvällning, som visserligen är starkast i främre delen, men som också längre bakåt är väl märkbar, fast der mera jemnt fördelad; deremot finner man här

aldrig den mer eller mindre klotformigt ansvällda ventrallob, som eljes plägar utmärka honexemplar, ej blott af slägtet *Beyrichia*, utan äfven af *Kloedenia Kiesowi*. Den bakre fåran visar i sin ventrala del en liten utvidgning bakåt. Under den ansvällda delen af ventralpartiet ses en rundt omkring detsamma löpande upphöjd rand, vid hvilken skalytan böjer tvärt inåt och uppåt, till dess den under spetsig vinkel stöter samman med limben. Den nämnda randen är afbildad hos Boll, fig. 14 b, och ses tydligt på vår figur 6 b, som återger ett honexemplar sedt bakifrån.

Denna organisation af honliga individ är ju, som ofvan antydt, afvikande från den, man finner hos arterna af slägtet *Beyrichia* och hos *Kl. Kiesowi*. Huru stor systematisk betydelse man bör tillägga denna olikhet, vilja vi här icke utförligare diskutera, men framhålla, att den allmänna öfverensstämmelsen i byggnad mellan *Kl. Wilckensiana* och *Kl. Kiesowi* i öfrigt är så stor man gerna kan tänka sig mellan arter af samma slägte, när det gäller paleozoiska ostrakoder. Äfven kan det här vara lämpligt att påminna om, hurusom Bonnema (*1909*, s. 79) hos ordoviciska ostrakoder funnit könsskillnaden visa sig på tre olika sätt, nämligen så, att honexemplar förete antingen en ansvälld ventrallob, såsom hos de gotlandiska *Beyrichia*-arterna, eller en hvälfning af limben och brämet, eller slutligen en ansvällning af ventralpartiet jemte längsgående lister på detsamma. Denna sista modifikation af könsskilnaden visar hos flera af Bonnema afbildade former en fullkomlig analogi med förhållandet hos *Kl. Wilckensiana*.

Hufvudarten och var. *plicata* Jones synas vara endast obetydligt skilda från hvarandra, fastän Jones 1888 till och med ville upphöja den senare till sjelfständig art, hvilket dock icke kan vara berättigadt, då de äro nära förbundna genom öfvergångsformer. Troligast är, att var. *plicata* framställer en mera utvecklad form samt möjligen också mera framskridna åldersstadier, enär bland äldre exemplar just sådana som tillhöra varieteten, eller närma sig denna, äro talrikast, under det att förhållandet bland yngre exemplar är motsatt.

Af våra afbildningar tillhör fig. 6 hufvudformen, medan fig. 7 något närmar sig var. *plicata*, utan att dock vara en extrem form. Bland äldre afbildningar återgifva Bolls figurer och Krauses fig. 18 b, liksom Römers fig. 16 c, var. *plicata*.

Dimensioner: Längd 1,4—2,5 mm, höjd 0,9—1,5 mm.

Arten förekommer mycket allmänt vid Ramsåsa både i lag *3* och i lag *4* (särskildt i den bruna kalkstenen öster om stenbrottet) samt sparsamt vid Klinta i lag *3*. På Ösel är den också funnen, och i block af gotlandisk kalksten på nordtyska slätten är den mycket allmän.

Exemplaren från Ramsåsa öfverensstämma noga med Jones och Kiesows figurer, deremot afvika de något från de af Krause, Römer och Reuter lemnade afbildningarna, i det att dessa senare visa fårorna smalare och loberna, särskildt den mellersta, bredare och mera uppsvällda.

Thlipsura tetragona KRAUSE.

Tafl. IV, fig. 18 och 19.

1891. *Thlipsura tetragona* KRAUSE, (*1891*: 1) s. 22.
» » » » (*1891*: 2) s. 508, tafl. 32, fig. 15.

Skal[1]) slätt, kantigt äggformigt med de båda skalhalfvorna olikstora och olika formade, i det att det större vid sidokanterna griper något öfver det mindre, som är lägre och mera hvälfdt.

Den bredare (högre) ändan är rundad med tre trubbiga hörn, den smalare ändan mer eller mindre spetsigt afrundad. Skalet är starkast hvälfdt i den bredare ändan, i hvilken det faller tvärt af mot kanten, hvaremot det så småningom plattas af åt öfriga sidor.

Skalets yta är glatt (stundom försedd med instuckna punkter) och har två aflånga fördjupningar, af hvilka den längsta och djupaste ligger dorsalt och närmast den bredare ändan, under det att den mindre ligger ventralt och närmare den smalare ändan.

Af exemplar med begge skalen hopliggande ha vi iakttagit tre stycken, ett af dessa visade antydan till en valk å stenkärnans midt liksom *Cytherellina siliqua* JONES (se tafl. IV, fig. 21).

Dimensioner (af det större skalet): Längd 0,6—0,8 mm, höjd 0,45—0,50 mm.

Arten förekommer temligen allmänt i Skånes öfre gotlandium. Den har sålunda träffats dels i kalksten tillhörande lag *3*, vid Ramsåsa, Klinta och Bjersjölagård, dels, mera talrikt, i lag *4* vid Ramsåsa.

Jemte exemplar i allo öfverensstämmande med vår och KRAUSES beskrifning och dertill hörande figurer ha vi också iakttagit ett par stycken, som afvika derigenom, att de på lateralytan ha *tre* intryck, af hvilka de två befinna sig bredvid hvarandra i skalets smalare ända.

Cytherellina siliqua JONES[2])

Tafl. IV, fig. 20 och 21.

1855. *Beyrichia siliqua* JONES, s. 90, tafl. 5, fig. 22.
1862. » » (JONES) BOLL, s. 136, fig. 13.

[1]) Att bestämdt afgöra skalets ställning är i detta fall för närvarande omöjligt. Utgående från analogi med andra beslägtade former, våga vi dock antaga, att den raka sida, som på figurerna vänder uppåt, är *dorsalrand*. Vår förmodan, att det större skalet är *högerskal* och sålunda den bredare (högre) ändan den *främre*, är dessvärre också endast grundad på liknande osäkra analogier.

[2]) Terminologien är densamma som användes af JONES och HOLL *1869*, hvarföre sålunda figurerna, som begge återgifva vensterskal, äro vända annorledes än de öfriga ostrakoderna, i det *ventralranden* här är vänd uppåt.

1869. *Cytherellina siliqua* Jones et Holl, s. 215—217, tafl. 14, fig. 1—6.
1891. » » (Jones) Krause, (*1891*: 1) s. 23.
1909. » » (Jones) Bonnema, s. 74, tafl. 7, fig. 15, 16.

Aflångt äggrund, afsmalnande mot den något tillspetsade främre ändan; i bakre ändan väl rundad. Skalet, starkast hvälfdt i den bakre ändan, är framåt sakta sluttande. Ventralranden är nästan rak med en svag inbugtning på midten; dorsalranden är böjd i en fortlöpande kroklinje. Skalet, som har sin högsta hvälfning i den dorsala delen, sluttar tvärt ned mot dorsalranden, mera jemnt mot ventralranden. Det är ganska tjockt, och på insidan försedt med två tvärlister, hvilkas intryck på stenkärnan gifva denna en viss likhet med en *Beyrichia* med detta slägtes tre lober. Den bakre, svagare listen går ut till ventralranden, den främre, starkare listen, till dorsalranden (låsranden), der den sannolikt tjenat som stöd åt en slutmuskel. Stenkärnan bär, som nämndt, två fåror, som dela den i tre partier, af hvilka det mellersta är smalast och högst, närmast bildande en knöl på stenkärnan; det främre partiet är endast obetydligt längre än det bakre.

Dimensioner: Längd 1,8—2 mm.

Förekommer vid Ramsåsa, i lagen *3* och *4*, samt vid Klinta och Bjersjölagård, i lagen *1* och *3*. I England är arten funnen i Woolhope beds, Wenlock shales, Wenlock limestone, Aymestry limestone samt Upper Ludlow beds och har sålunda en stor vertikal utbredning. På nordtyska slätten är den mycket allmän i block af Beyrichiakalk.

Ramsåsaexemplaren motsvara till form och storlek Jones' hufvudform och hans var. *grandis;* exemplar, som skulle kunnat hänföras till varieteterna *tersa* och *ovata* ha deremot icke anträffats.

Den teckning, som Bonnema funnit på midten af skalet hos såväl *C. siliqua* som andra arter af slägtet, ha vi icke kunnat iakttaga, enär fossilskalen hos våra exemplar alltid äro starkt omkristalliserade, hvilket också framgår af det sätt, på hvilket de ofta springa loss från stenkärnan.

Lundgren omnämner (*1875*, s. 10) bland fossilen från Ramsåsa *Cytheropsis concinna* Jones?, dervid citerande Kolmodins figur *(1869*, s. 21, fig. 15). Emellertid företer figuren i fråga långt större öfverensstämmelse med Jones' afbildning af *Cytherellina siliqua* än med samme författares afbildning af *Cytheropsis concinna.* Stycken från Ramsåsa, hvilka i Lunds Universitets geologiska museum lågo under etiketten *Cytheropsis concinna,* ha vid granskning ej visat ett enda exemplar af nämnda art, utan endast *Cytherellina siliqua* Jones jemte skal af en obestämbar *Beyrichia*, sedda från insidan af skalet. *Cytheropsis concinna* Jones bör sålunda utgå från förteckningen på fossil från Ramsåsa.

Bythocypris triangularis Grönw.[1]).

Tafl. IV, fig. 22 a och b.

1897. *Bythocypris triangularis* Grönwall (utan beskrifning och afbildning).

Skal glatt, äggformigt, med de båda skalhalfvorna af olika form och storlek. Vensterskalet afrundadt triangulärt, dess ventralrand rak eller svagt konvex, främre ändan tillspetsad och den bakre nästan cirkelformigt rundad. Högerskalet betydligt smalare än vensterskalet, aflångt, endast obetydligt bredare i bakre ändan än i den främre; från midten af den konkava ventralranden är skalet stundom något nedsänkt, och likaså kan man stundom se en från dorsralranden utgående svag nedsänkning. Högerskalet är försedt med en mycket smal, plattad limb, bredast vid skalets ändar. Vensterskalet, som griper öfver högerskalet så mycket, att det helt och hållet täcker dess limb, har å sin ventralrand en svag utbugtning, som griper öfver konkaviteten i högerskalets ventralrand; dess dorsalrand åter är bredt öfverviken öfver högerskalet.

Några få fullständiga exemplar med begge skalen sammanhängande ha blifvit observerade, eljes förekomma begge skalhalfvorna isolerade.

Dimensioner af vensterskal: Längd c:a 0,9 mm, höjd c:a 0,7 mm.

» » högerskal: » » 0,7 mm, » » 0,4 mm.

Förekommer vid Ramsåsa allmänt både i lag *3* och i lag *4* samt vid Klinta och Bjersjölagård både i lag *1* och *3*.

Arten står mycket nära *B. semicircularis* Jones et Holl [*Primitia semicircularis* Jones et Holl *1865*, s. 424, tafl. 13, fig. 10 a—c, samt *Bythocypris semicircularis* (Jones et Holl) Krause *1891*: 2, s. 509, tafl. 33, fig. 1 a—c och 2 a—c], men denna skiljer sig dock deri, att vensterskalet är något njurformigt, medan det hos *B. triangularis* har mera afrundadt triangulär kontur; *B. triangularis* har ej heller högerskalets limb så framträdande som Krauses anförda figur angifver.

Äfven en annan art af samma slägte, hvilken är betydligt smalare (lägre) än *B. triangularis*, är funnen i lag *3* vid Ramsåsa, Klinta och Bjersjölagård, men tillräckligt material för en närmare beskrifning föreligger ej.

[1]) Angående ställningen af skalet och de använda beteckningarna hänvisa vi till Jones' diagnos af slägtet (*1887*, s. 184): »Carapace smooth, more or less reniform, left valve much larger than the right, which it overlaps both on the dorsal and ventral margins». Dessutom måste vi anmärka, att våra figurer af denna art, liksom af *Cythererellina siliqua*, vända *ventralranden* uppåt.

Trilobitæ:

Phacops Downingiæ MURCH.

1839. *Phacops Downingiæ* MURCHISON, s. 655, tafl. 14, fig. 3 a, b.
1852. » *breviceps* ANGELIN, s. 12, tafl. 9, fig. 4.
1885. » *Downingiæ* (MURCH.) LINDSTRÖM, (*1885*: 1) s. 42.

Af denna art äro ett par fragmentariska exemplar af hufvudets midtsköld funna i kalkstenen vid lokal *H* vester om stenbrottet, alltså i lag *3*, samt på lokal *I*, i lag *1*. Tyvärr äro de icke tillräckligt väl bevarade för att afbildas.

I Skåne är denna art vidare funnen vid Bjersjölagård samt i lag *1* vid Klinta. Redan ANGELIN angifver arten från Ringsjötrakten.

På Gotland är arten temligen allmän; LINDSTRÖM angifver den från ett flertal lokaler i södra delen af ön, hufvudsakligen från sandstenen och ooliten; från mellersta Gotland anföres den endast för öfversta kalkstenen vid Palissaderna vid Visby.

I England förekommer arten i Llandovery, Wenlock och Ludlow.

Calymmene intermedia LINDSTR.

Tafl. III, fig. 15 och 16.

1885. *Calymmene intermedia* LINDSTRÖM, (*1885*: 1) s. 71, tafl. 15, fig. 5—12.

Af denna art ha några få exemplar, mest isolerade hufvuden och pygidier, blifvit anträffade, dels i lag *3* på lokal *I*, dels i lag *1* på lokal *K*.

I allmänhet äro exemplaren temligen dåligt bevarade; särskildt torde kanske böra anmärkas, att vi icke här iakttagit individ med hufvudets framkant uppviken så som LINDSTRÖM angifver ofta vara fallet med exemplar från Gotland.

I Skåne är *Calymmene intermedia* också funnen både vid Klinta och Bjersjölagård, i lag *1*; på Gotland är den allmän i mergelskiffern vid Petesvik i Hablingbo s:n samt sällsynt i *Rhizophyllum*-kalken i Lau backe och i mergelskiffer i Visne myr-kanalen, Fardhems s:n.

I kalksten och skiffer tillhörande lag *3* har man också på lokalerna *A* och *B* funnit rester af en *Calymmene*, men så dåligt bevarade, att arten icke med säkerhet kunnat bestämmas, änskönt det är sannolikt, att äfven dessa tillhöra *Calymmene intermedia* LINDSTR.

Homalonotus Knighti Kön. var. **rhinotropis** Ang.

Tafl. V. fig. 1—4.

1852. *Homalonotus rhinotropis* Angelin, s. 30, tafl. 20, fig. 1.
1865. » *Knightii* (Kön.) Salter, s. 119, tafl. 12, fig. 2—10, tafl. 13, fig. 8.
1885. » *Knighti* (König) Lindström, (*1885*: 1) s. 74.

Exemplar af denna art föreligga såväl från lag *1* på lokal *K* vid Ramsåsa som från Klinta och Gotland. Som en jemförande undersökning af exemplar från olika fyndorter är af betydelse, ej blott för frågan om de svenska exemplarens identitet med den engelska arten, utan äfven för frågan om den systematiska ställningen af slägtet *Homalonotus*, måste vi här behandla arten något mera utförligt, än annars skulle varit af nöden.

En noggrann jemförelse mellan svenska exemplar och Salters figurer synes gifva vid handen, att skiljaktigheter förefinnas, hvilka, äfven om de ej äro tillräckliga för att från den engelska formen skilja den svenska som en egen art, dock berättiga oss att uppföra denna senare som en särskild varietet, hvilken vi derför kalla *H. (Königia) Knighti* Kön. var. *rhinotropis* Ang.

För att mera distinkt kunna framhålla skiljaktigheterna skola vi till en början härnedan lemna mått på 4 hufvudsköldar från olika fyndorter, nämligen N:o I från Ramsåsa, lag *1*, vår fig. 1, tafl. V; N:o II från Klinta, lag *1*, vår fig. 4, samma tafla; N:o III ett exemplar från Gotland, tillhörande Riksmuseum i Stockholm, och N:o IV från Upper Ludlow, Salters tafl. 12, fig. 2.

Alla mått äro i mm.

Ex. N:o	Hufvudets bredd.	Glabellans största bredd.	Hufvudets längd.	Glabellans längd	Förhållandet mellan hufvudets längd och bredd. (i rundt tal)	Förhållandet mellan glabellans och hufvudets största bredd. (i rundt tal)	Förhållandet mellan glabellans och hufvudets längd. (i rundt tal)
I	82	30	44	30	54: 100	37: 100	68: 100
II	68	24	36	24	53: 100	35: 100	67: 100
III	76	35	48	34	63: 100	46: 100	71: 100
IV	43	18	21	12	49: 100	42: 100	57: 100

Som förhållandet mellan glabellans och hufvudets bredd visar, äro exemplaren från Klinta och Ramsåsa något plattryckta i jemförelse med gotlandsexemplaret (och äfven med det engelska), men eljes finnes i fråga om proportionerna ingen väsentlig skilnad mellan de skånska exemplaren och det gotländska. Af tabellen framgår vidare, att de svenska exemplaren ha något längre hufvudsköld, än det engelska, hvarjemte deras glabella också är relativt längre. Glabellan, som hos den svenska formen afsmalnar långsammare än hos den engelska, har bredden vid ba-

sen hos den förstnämnda lika med glabellans längd, hos den engelska deremot en half gång till så stor som längden.

Särskildt i ögonen fallande äro emellertid de olikheter, som förefinnas beträffande byggnaden af hufvudets främre rand och anordningen af de tre spetsar, i hvilka denna utlöper. Å den engelska formen är nämligen rostralspetsen (den mellersta) betydligt större än å den svenska, och vidare konvergera hos den engelska formen dorsalfårorna så starkt, att deras förlängningar falla i hacken mellan sidospetsarne och rostrum, medan hos den svenska formen de nästan parallela dorsalfårorna förlängda komma att gå strax *utanför de yttre* spetsarne.

Med afseende på pygidiet äro också tydliga differenser att konstatera. Hos den svenska formen har pygidiet triangulär kontur med rätlinig (eller möjligen svagt konvex) sidorand, hvarjemte det aldrig har utdragen, uppåtböjd bakre spets. Dessutom äro de bakersta sidofårorna mera bakåtrigtade. Hos de engelska exemplaren åter är pygidiets form triangulärt tillspetsad, så att sidoränderna bilda utåt konkava linjer, och vidare är den ofårade bakre ändloben utdragen till en något uppåtböjd spets, en olikhet, som också framhålles af SALTER *(1865*, s. 121, not 1).

Våra figurer 4 a—c visa tydligt byggnaden af hufvudets främre randparti och facialsuturens förlopp. Fig. 4 a, liksom fig. 1, visar, hurusom facialsuturens främre gren från ögat går parallelt med djurets längdaxel, öfverskrider randfåran och vid rostralspetsens bas öfvergår i den från andra sidan kommande grenen. De lösa kinderna äro sålunda framtill fast förenade, så att de i ett sammanhängande stycke bilda hufvudets främre rand. Till de lösa kinderna höra sålunda hela rostralspetsen och yttre delarne af de båda sidospetsarne. Ej heller duplikaturen visar något spår till suturer, hvadan sålunda *någon särskild rostralsköld ej är utvecklad, utan de lösa kinderna som ett enda hästskoformigt stycke omsluta kranidiet.*

Fig. 4 a tyckes visa på glabellan en antydan till två par bakåtrigtade fåror, bildande c:a 45° vinkel mot djurets längdaxel; det främsta paret börjar ungefär i jemnhöjd med ögonen. Hvarken ANGELINS eller SALTERS figurer angifva några sidofåror, deremot visa de fasta kinderna på SALTERS fig. 2, tafl. 12, vid glabellans bas samma egendomliga gropar, som vår fig. 4 a. Liknande gropar äro iakttagne hos flera andra trilobiter, nämligen hos *Harpides rugosus* S. et B., *Dicellocephalina dicræura* ANG. och *Orometopus elatifrons* ANG. Hvad betydelse dessa gropar kunna ha, låter sig ej bestämdt säga, men det tyckes oss dock mycket sannolikt, att de angifva läget för bakersta fotparets muskelfästen.

Homalonotus Knighti KÖN., som i Englands Upper Ludlow är ett mycket allmänt och karakteristiskt fossil, har anträffats i olika delar af nämnda land; den är också påvisad i Nova Scotia. Dess varietet *rhinotropis* ANG. är i Sverige funnen dels i Sydgotlands sandsten och oolit, särskildt allmän i sandstenen vid Ronehamn, dels i Skånes yngre gotlandium, i lag *1* vid Klinta, Bjersjölagård och Ramsåsa.

De iakttagelser, vi ofvan meddelat om byggnaden af hufvudet och om facialsuturens förlopp hos ifrågavarande art, tvinga oss att något närmare diskutera frågan om slägtets systematiska ställning. Hufvudets byggnad synes oss nämligen förbjuda att slägtet *Homalonotus* föres till familjen *Calymmenidæ* och sålunda ställes samman med slägtet *Calymmene.* För att närmare belysa frågan, nödgas vi dels att något beröra trilobiternas systematik i allmänhet, dels att taga en öfversigt af öfriga arter inom slägtet *Homalonotus*, dervid redogörande för äldre författares åsigter rörande föreliggande fråga.

Bland alla de, låtom oss säga det, mer eller mindre artificiella indelningar af trilobiternas ordning, hvilka i litteraturen föreligga, utmärker sig tvifvelsutan den af BEECHER *1897* publicerade för sin öfverskådlighet. Samma, af senare författare ganska allmänt accepterade indelning, återfinnes ock i den *1900* utgifna engelska upplagan af ZITTELS mindre handbok i paleontologi, der BEECHER behandlat trilobiterna. Vi utgå här från den der använda terminologien.

I sist anförda arbete framhålla diagnoserna för de tre stora grupperna *Hypoparia*, *Opisthoparia* och *Proparia*, i hvilka BEECHER, hufvudsakligen på grund af facialsuturens förlopp och hufvudets byggnad, indelat trilobiterna, följande karakterer: *Hypoparia* (s. 623, 624): »Suture ventral, marginal or submarginal». *Opisthoparia* (s. 626): »Facial sutures extending forwards from the posterior part of the cephalon within the genal angles, cutting the anterior margin separately or, more rarely, uniting in front of the glabella.» *Proparia* (s. 633): »Facial sutures extending from the lateral margins of the cephalon in front of the genal angles, inward and forward, cutting the anterior margin separately or uniting in front of the glabella.» Till sistnämnda grupp föres *Calymmenidæ.*

Familjen *Calymmenidæ,* till hvilken räknas slägtena *Calymmene* s. l. och *Homalonotus* s. l., karakteriseras, samma ställe, s. 634, bland annat på följande sätt: »Free cheeks long, separate, usually with a free plate between the anterior extremities. Sutures extending from just in front of the genal angles converging anteriorly and cutting the margins separately.» I denna diagnos är ordet »*usually*» särskildt anmärkningsvärdt, då det ju i sjelfva verket nästan delar familjen i två grupper. Slägtet *Calymmene* har de lösa kinderna åtskilda genom en väl utvecklad rostralsköld; inom slägtet *Homalonotus* synas deremot i detta afseende förhållandena vara mycket olika för olika arter.

Vi måste sålunda här taga en öfversigt af hvad litteraturen har att meddela angående hufvudets byggnad hos *Homalonotus*, dervid citerande endast sådana figurer, som härutinnan äro upplysande.

BRONN afbildar hufvudet af *H. (Dipleura) Dekayi* GREEN (BRONN *1840*, träsnitt, s. 449) och visar, att facialsuturens grenar, efter att ha skurit hufvudets framrand, förena sig på undersidan af hufvudet, dervid afskärande ett triangulärt, hjertformigt parti, som åtskiljer de lösa kinderna. Detta parti är dock icke någon rostralsköld, af samma natur som den, vi finna hos *Calymmene,* enär det fullständigt hänger samman med hufvudets främre rand utan att vara skildt från

denna genom någon rostral sutur. BRONN, som anställer åtskilliga betraktelser öfver *Homalonotus*-gruppen, omnämner, att *H.* (*Trimerus*) *delphinocephalus* GREEN har suturen förlöpande på annat sätt, och anmärker samtidigt (s. 451), att, om facialsuturen är ett vigtigt kännetecken, *H. delphinocephalus* måste skiljas ut från de öfriga.

Senare beskrifver BURMEISTER *(1843)* facialsuturens förlopp hos *Homalonotus* på följande sätt (l. c., s. 99): »Gesichtslinie vorn dem Rande des Kopfschildes parallel, doch vom ihm entfernt.» BURMEISTERS afbildning af *H. armatus* BURM. (s. 102, tafl. 4, fig. 1) från devon visar också facialsuturen förlöpande i öfverensstämmelse med ofvan citerade diagnos.

CORDAS arbete om de böhmiska trilobiterna (CORDA et HAWLE *1847)* omnämner och afbildar (s. 89, tafl. 5, fig. 51) *H. (Trimerus) delphinocephalus* GREEN; angående facialsuturen och de lösa kinderna uttalas följande: »Der Wangentheil ist schmal und hufeisenförmig den Kopf umfassend».

BARRANDE afbildar *1852*, i fig. 6 och 7 å tafl. 2 A, hufvudet af *H. (Dipleura) Dekayi* både ofvanifrån och underifrån; här ser man en tydlig rostralsköld, utvecklad fullkomligt så som hos *Calymmene*, men dessa afbildningar, som alldeles icke likna BRONNS figur, måste säkerligen närmast uppfattas som schematiserade till analogi med *Calymmene*. Texten ger inga upplysningar, som kunna bidraga till lösningen af den fråga, som nu sysselsätter oss.

I BARRANDES »supplement till trilobiterna», hvarest (*1872*, s. 37, tafl. 1, fig. 6) *H. bohemicus* BARR. beskrifves och afbildas, angifves, att hos denna art hufvudets främre del bildar ett litet cirkelsegment, afgränsadt genom sidosuturer, som, utgående från facialsuturens hörn, öfvertvära hufvudets rand. Här skulle sålunda finnas en rostralsköld, hvilken dock, i motsats till hvad förhållandet är hos *Calymmene*, skulle utgöra en integrerande del af hufvudets öfversida. Suturernas förlopp å hufvudets undersida framgår ej af figuren.

I tredje upplagan af BRONNS »Lethæa geognostica», utgifven under medverkan af FERD. RÖMER, finnes, s. 613—614, i diagnosen för slägtet *Homalonotus* följande uttalande: »Von den Augen gegen die Stirn konvergieren die Zweige der Gesichtsnaht, ziehen sich dann längs derselben und überschreiten endlich, durch einen schmalen Zwischenraum von einander getrennt, den Stirnrand, um unter denselben auf dem Umschlage des Kopfschildes ein kleines herzförmig dreieckiges mit der Basis auf dem Stirnrande stehendes Schaalstück zu begrenzen.» *H.* (*Dipleura*) *Dekayi* GREEN afbildas, och det hjertformiga fältet på undersidan af hufvudet mellan facialsuturens grenar framställes också mycket tydligt (s. 616—619, tafl. IX[2], fig. 16 a, b). Samma figur återfinnes äfven *1876* i RÖMERS »Lethæa geognostica» (Del I, Atlas, tafl. 25, fig. 8 a, b).

Då SALTER *1865* i sin monografi öfver Englands trilobiter omtalar slägtet *Homalonotus*, omnämnes i diagnosen (s. 104): »a rostral shield», men af artbeskrifningarna och figurerna framgår, att han hos de engelska *Homalonotus*-arter, som af honom anföras, blott i ett enda fall tror sig ha iakttagit rostralskölden, detta

på *H.* (*Trimerus*) *Johannis* SALTER (tafl. 13, fig. 2 och 7). Hans figurer verka emellertid ingalunda öfvertygande; båda framställa exemplar, å hvilka skalet ofvantill blifvit bortbrutet, så att man inifrån ser främre delen af hufvudets duplikatur; hvad han tydt som suturer, torde snarast vara brottlinjer. SALTER kallar slägtet *Homalonotus* »a natural genus», men är böjd att uppdela det i 5 underslägten, nämligen: *Brongniartia* SALTER 1865, *Trimerus* GREEN 1832, *Königia* SALTER 1865, *Dipleura* GREEN 1832 och *Burmeisteria* SALTER 1865. I diagnoserna af dessa underslägten användes alls icke facialsuturen, eller hufvudets byggnad i allmänhet, som skiljemärke. Medgifvas måste, att dessa SALTERS underslägten i öfriga karakterer synas så nära förbundna med hvarandra, att de svårligen kunna fördelas på olika familjer. Tager man hänsyn till facialsuturen, torde de arter, hos hvilka dennas förlopp är bekant, fördela sig på olika grupper. Härnedan skola vi lemna en öfversigt af, huru de arter, af hvilka vi i litteraturen funnit tydliga figurer visande hufvudets byggnad, fördela sig på de af SALTER uppställda underslägtena.

Till **Brongniartia** höra följande: *H. bohemicus* BARR., ofvan omtalad, *H. bisulcatus* SALT. (SALTER *1865*, s. 105, tafl. 10, fig. 6—7 och 9—10) och *H. Brongniarti* DESLONGSCHAMPS (SALTER *1865*, s. 110, tafl. 10, fig. 15). Hos dessa arter skär facialsuturen hufvudets framkant på långt afstånd från midten af den förtjockade eller uppvikna främre randen; BARRANDE angifver förekomsten af rostralsköld hos *H. bohemicus*, och möjligheten af att äfven de båda andra kunna ega en dylik låter sig ej direkt förnekas.

Af **Trimerus** har *H. delphinocephalus* GREEN (CORDA et HAWLE *1847*, tafl. 5, fig. 51 och SALTER *1865*, tafl. 11, fig. 1—4) de lösa kinderna hästskoformigt omfattande kranidiet, så att förekomsten af en rostralsköld hos denna art är alldeles utesluten. *H. Johannis* (SALTER *1865*, tafl. 13, fig. 1, 2 och 7) har facialsuturen löpande mycket nära hufvudets framkant. Såsom redan nämnts betvifla vi, att SALTER här verkligen sett någon rostralsköld, och saknas en sådan, kan *H. Johannis* beträffande planen för hufvudets byggnad anses fullkomligt öfverensstämma med *H. delphinocephalus*.

Königia, med *H. Knighti* KÖNIG som typ, har också de lösa kinderna fullkomligt omfattande kranidiet och sammanhängande framtill, så som våra figurer 1 och 4 på tafl. V visa.

Dipleura, med *H. Dekayi* GREEN som typ, har de lösa kinderna åtskilda af ett från hufvudets öfversida omviket parti, som man skulle kunna kalla en »falsk rostralsköld».

Af **Burmeisteria**-arterna har *H. armatus* BURM. samma byggnad af hufvudet som *(Trimerus) delphinocephalus*.

Härmed ha vi sålunda, i den mån oss tillgänglig litteratur kunnat gifva vid handen, konstaterat, att bland de fem underslägten af *Homalonotus,* hvilka SALTER uppställt, trenne, *Trimerus, Königia* och *Burmeisteria,* med all säkerhet ej haft eller kunnat ha någon rostralsköld, alldenstund de lösa kinderna flyta samman framför kranidiet; och vidare, att hos underslägtet *Dipleura* de lösa kinderna äro skilda

åt genom ett från hufvudets öfversida omviket parti. — Återstår sålunda endast *Brongniartia*, af hvilket dock ingen art är så väl beskrifven och afbildad, att vi kunnat bilda oss ett bestämdt omdöme om planen för hufvudets byggnad. Då frågan sålunda i detta fall måste lemnas öppen, förefinnes åtminstone en *möjlighet* af att rostralsköld är till finnandes hos *Brongniartia*.

Slägtet *Homalonotus* kräfver tvifvelsutan en grundlig revision, men redan nu anse vi oss kunna fastslå, att dess förening med *Calymmene* i *en* familj ingalunda motsvarar den verkliga slägtskapen. Enligt vårt förmenande bildar slägtet *Homalonotus* (med dess underslägten) en så naturlig grupp, att det för framtiden bör räknas som en egen familj »*Homalonotidæ*».

Phyllocarida:

Ceratiocaris sp.

En del illa bevarade och ofullständiga fossilrester, som anträffats vid Ramsåsa, både i lag *3* och *4*, torde härröra från kräftdjur af ordningen Phyllocarida och sannolikt tillhöra slägtet *Ceratiocaris*.

Lemningarne ifråga äro hufvudsakligen delar af taggar, som tillhört djurets stjert (telson). Fragmenten äro af mycket olika längd; deras bredd kan gå upp till 5 mm. Taggarne torde, i deras ursprungliga tillstånd, ha varit dels raka, dels svagt krökta samt uppnått en ganska betydlig längd, ända till 70 à 100 mm. Endast isolerade fragment ha iakttagits, så att man icke kan bedöma, hur stjertpartiet varit bygdt. De af oss funna styckena bestå af två olika substanser, ytterst ett hvitt porslinsliknande lager och innerst en brun kärna, som tyckes ha cellig struktur. I tvärsnitt äro taggarne elliptiska, ungefär dubbelt så breda som tjocka; deras yta är försedd med långsgående fåror. Förutom taggarne äro vid Ramsåsa äfven påträffade några sammantryckta fragment af djurens cephalothorax (carapace), men dessa äro ännu ofullständigare. I allmänhet öfverensstämma här ifrågavarande fragment med de af Jones och Woodward *1888* lemnade figurerna af svenska gotlandiska Phyllocarida; bland de former, dessa författare beskrifvit, härstamma tvenne från Klinta.

Gigantostraca:

Pterygotus sp.

Tafl. V, fig. 5.

I mergelskiffern från lag *1* på lokal *K* ha funnits rester af en *Pterygotus*-art; af dessa afbildas här ett fragment, som består af begge delarne af en klo-sax.

Fragment af *Pterygotus* förekomma sporadiskt i Skånes yngre gotlandium, så t. ex. har man funnit dylika i mergelskiffer från lag *1* vid Klinta och likaledes, särskildt under de senare åren, i kalkstensbrottet vid Bjersjölagård (alltså i lag *1 b*), hvarest både klo-saxar, fötter och segment anträffats, alla dock mycket ofullständiga och alltid isolerade.

Man har också vid Visby, i vattenfallet vid Palissaderna, funnit en del rester af en *Pterygotus*, hvilken LINDSTRÖM bestämt som *Pt. osiliensis* FR. SCHM.

Pisces:

Onchus? sp.

Några brottstycken af temligen grofva taggar, bestående af en homogen substans, ljusröd till färgen och med tydlig organisk struktur, ha iakttagits i kalksten tillhörande lag *4*, såväl i stenbrottet vid Ramsåsa, som strax öster derom. Fragmenten, som långsamt afsmalna, nå en maximilängd af 20—30 mm, med en diameter af intill 4 mm. I både struktur och utseende skilja de sig bestämdt från de taggar, som ofvan omnämnts såsom troligen tillhörande Phyllocarida. Möjligt är, att dessa fragment äro ichtyodoruliter, hvilket dock på grund af materialets ofullständighet icke med säkerhet kan afgöras. Emellertid vilja vi här hänvisa till figurer af liknande taggar från Englands Upper Ludlow (MURCHISON *1839*, s. 607, tafl. 4, fig. 9—11 och 57—59 samt *1872*, s. 149, tafl. 35, fig. 13—17). Bland de fossil, som LINNARSSON (*1874*, s. 280) anför från Ramsåsa är äfven en *Onchus?* sp.

Huru obetydliga än dessa lemningar äro, som vi här ofvan velat bestämma dels som stjerttaggar af Phyllocarida, dels som ryggtaggar af fiskar, äro de dock af betydelse, i så mån att genom deras förekomst analogien med silursystemets öfversta lag i England, särskildt Tilestones i Upper Ludlow, ännu fullständigare framträder.

Tillägg till Bryozoa, sid. 29:

Coenites sp.

I förteckningen, s. 9, öfver de vid lokal *B* funna fossilen finnes också upptagen *Coenites intertextus* E. H. HENNIGS revision af Gotlands silurbryozoer har emellertid visat, att hvad man på Gotland kallat *C. intertextus* E. H. bör hänföras till andra arter. Som vi ej haft tillfälle att närmare undersöka dessa bryozoer och hänföra dem till någon af de former HENNIG särskilt, kunna vi här endast uppföra dem under benämningen *Coenites* sp.

Tillägg till Lamellibranchiata:

Obestämd mussla.

Tafl. VI, fig. 8.

Ett enstaka exemplar (vensterskal) af en mussla, funnet i undre lagren på lokal *I b*, alltså i lag *3*, har ett ganska karakteristiskt utseende och torde väl förtjena ett omnämnande. Men, som det tyvärr ej låtit sig göra att preparera skalet fullt fram ur bergarten, är det dock för närvarande omöjligt att hänföra musslan till

något bestämdt slägte. Så som skalet till en början låg, delvis doldt af bergarten, såg det till och med snarast ut som en *Emarginula*, eller någon annan denna närstående gastropod.

Musslans skal är högt, nästan triangulärt, med terminal, något framåt och inåt böjd umbo. Den främre randen är konkav, och skalets främre del något afplattad. Den bakre randen är konvex, och skalet sluttar derifrån starkt utåt; undre randen är cirkelformigt böjd. Utom svaga tillväxtstrimmor, som midtpå äro ganska skarpt vinkelböjda, visar skalet talrika, fina radierande ribbor. Jemte det att af dessa ribbor en, längs skalets midt gående, måhända också skulle kunna kallas för en svag köl, visar sig skalet starkt köladt nära bakre randen.

Denna mussla tyckes närmast öfverensstämma med slägtet *Lunulicardium* MÜNSTER[1]), men då vårt enda föreliggande exemplar är ofullständigt kändt, våga vi icke hänföra det dit, utan nöja oss med att hänvisa till jemförelse med de båda nämnda slägte tillhörande arter, *L. graptolithiphilum* och *L. striolatum,* hvilka FERD. RÖMER (*1885*, s. 123 [370], tafl. 10 [33], fig. 12 och 13) beskrifvit från lösa block af »grünlichgraues Graptolithengestein».

[1]) Beskrifningen af denna mussla skulle i så fall väl snarast haft sin plats på s. 39 (mellan *Lucina? subquadrata* GRÖNW. och *Sanguinolites anguliferus* M'COY).

Rättelser.

Sid. 16, rad 7 uppifrån *står:* »*spinigera* BOLL *läs:* »*cuspidata* GRÖNW.
Sid. 16, rad 10 uppifrån *står: Beyrichia spinigera läs: Beyrichia cuspidata*
Sid. 27, rad 8 uppifrån *står:* 1873 *läs:* 1872
Sid. 35, rad 9 uppifrån *står:* de äro *läs:* dessa senare äro
Sid. 40, rad 19, 20 uppifrån *står:* Bjersjölagård *läs:* Övedskloster
Sid. 45, rad 16 uppifrån *står: 1889 läs: 1889*: 1
Sid. 49, texten, rad 5 nedifrån *står: 1889 läs: 1889*: 2
Sid. 49, not 2, rad 6 nedifrån *står: 1891 läs: 1891*: 3

Förteckning öfver Ramsåsabildningens fossil med uppgift om deras vertikala och horisontala utbredning [1].

	Ramsåsa			Övedskloster	Klinta			Bjersjölagård		Gotland	England
	Lag			Lag	Lag			Lag			
	1	3	4	4	1	3	4	1	3		
Serpulites longissimus Murch.	...	+	+	...	...	...	...	...	...	...	+
Eridotrypa scanensis Hennig n. sp.	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Coenites sp.	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Obestämbar korall	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Lingula cornea Sow.	...	...	+	...	...	...	+	...	...	...	+
» *minima* Sow.	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...	+
Pholidops antiqua v. Schloth.	+	+	...	...	+	+	...	+	+	...	...
Orthis cfr *crassa* Lindstr.	...	+	...	...	(+)	...	...	(+)	...	(+)	+
» sp.	+	+	...	...	+	...	...	...	...	...	...
Strophomena impressa Lindstr.	...	+	...	...	+	...	...	+	...	+	+
» sp.	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Chonetes striatella Dalm.	...	+	+	...	+	+	...	+	+	+	+
» *Piperi* n. sp.	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Atrypa pusilla His.	...	+	...	...	+	...	...	...	...	+	...
» *reticularis* L.	...	+	...	...	—	—	—	+	...	+	+
Spirifera elevata Dalm.	+	?	...	...	+	...	...	+	...	+	+
Retzia Baylei Dav.	...	+	+	...	—	—	—	—	—	+	+
Rhynchonella borealis v. Schloth.	+	+	...	...	—	—	—	—	—	+	+
» *nucula* Sow.	...	?	+	...	—	—	—	...	...	+	+
Pterinea retroflexa Wahl.	+	+	...	...	+	...	...	+	...	+	+
Megalomus? sp.	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...
Cucullella ovata Sow.	...	+	+	+	+	...	+	+	...	...	+
Ctenodonta securiformis Grönw.	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...
Goniophora cymbæformis Sow.	...	+	...	...	—	—	-	...	...	+	+
Lucina? subquadrata Grönw.	...	+	+	...	+	...	+	+	...	...	...
Sanguinolites anguliferus M'Coy	+	+	+	+	—	—	—	...	...	...	+
Solenopsis? sp.	...	...	+	...	...	...	+	...	...	...	...
Grammysia triangulata Salter	...	...	+	+	—	—	—	...	...	...	+
Obestämbara musslor	...	+	+	...	...	...	...	...	...	...	...
Bellerophon granulum Grönw.	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...
» *expansus* Sow.	...	+	+	...	+	...	...	+	...	...	+
» *hybridus* Grönw.	...	...	+	...	...	...	...	+	...	...	...
» *lenticularis* Grönw.	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...
» *trilobatus* Sow.	...	...	+	...	+	...	...	+	...	+	+
Holopella? sp.	...	...	+	...	—	—	—	...	...	...	...
Tentaculites tenuis Sow.	...	+	+	...	+	+	...	+	+	...	+
» *annulatus* v. Schloth.	+	+	...	...	+	+	...	+	...	...	+
Hyolithus scanicus Grönw.	...	...	+	...	+	+	...	+	...	...	...

[1]) I arbetets paleontologiska del har ej alltid tillräcklig uppmärksamhet egnats uppgifterna om arternas utbredning, hvarföre *här* i flera fall gjorts rättelser och tillägg. — Ett minusstreck i en kolumn anger, att man ej säkert vet, i hvilket lag fossilet i fråga förekommer.

	Ramsåsa			Övedskloster	Klinta			Bjersjölagård		Gotland	England
	Lag			Lag	Lag			Lag			
	1	3	4	4	1	3	4	1	3		
Orthoceras sp.	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...
Leperditia inæqualis GRÖNW.	...	+	+	+	...	...	+	+	...	...	...
Aparchites obsoletus JONES et HOLL	...	+	+	...	+	+	...	+	+	...	+
Primitia mundula JONES	...	+	...	...	+	+	...	+	...	+	...
Beyrichia Buchiana JONES	...	+	...	...	+	...	...	+	...	+	...
» *cuspidata* GRÖNW.	...	+	+	...	...	+	...	...	+	...	...
» *Kochi* BOLL	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...
» *Maccoyiana* JONES	...	+	+	+	+	+	...	+	+	+	+
» *nodulosa* BOLL	...	+	...	...	...	+	...	...	+	+	...
» *obsoleta* GRÖNW.	...	...	+	+	...	+	...	...	...	...	...
» *Salteriana* JONES	...	+	...	...	+	...	...	+	...	...	+
» *scanensis* KOLM.	...	+	...	...	+	+	...	+	+	...	...
» *Steusloffi* A. KRAUSE	...	+	+	...	...	+	...	...	...	...	...
Kloedenia Kiesowi A. KRAUSE	...	+	+	+	+	...	...	+	...	+	...
» *Wilckensiana* JONES et var. *plicata* JONES	...	+	+	...	...	+	...	...	...	...	+
Thlipsura tetragona A. KRAUSE	+	+	+	...	...	+	...	...	+	...	...
Cytherellina siliqua JONES	...	+	+	...	+	+	...	+	+	...	+
Bythocypris triangularis GRÖNW.	...	+	+	...	+	+	...	+	+	...	...
Phacops Downingiæ MURCH.	+	+	...	...	+	...	...	—	—	+	+
Calymmene intermedia LINDSTR.	+	+	...	...	+	...	...	+	...	+	...
Homalonotus Knighti KÖN.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+
» var. *rhinotropis* ANG.	+	...	...	...	+	...	...	+	...	+	...
Ceratiocaris sp.	...	+	+	+	+	...	...	+	...	...	...
Pterygotus sp.	+	...	...	...	+	...	...	+	...	...	...
Onchus? sp.	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...

Allmänna slutsatser.

Bland de resultat, som framgått af ofvan anförda stratigrafiska och paleontologiska iakttagelser, torde följande förtjena att särskildt framhållas.

Lagerserien har kompletterats, i det att äfven lag *1* af Skånes yngsta gotlandium, eller som vi kunna säga af Ramsåsabildningen, här kunnat påvisas, nämligen vid lokal *K*, belägen någon söder om de förut kända, lagen *3* och *4* tillhöriga, Ramsåsalokalerna. Visserligen har någon vidsträcktare insamling af fossil der ännu ej medhunnits och räknar följaktligen den hittills derifrån kända faunan ganska få arter, men icke dess mindre kan man redan nu säga, att denna mycket väl öfverensstämmer med den från lag *1* både vid Klinta och Bjersjölagård, låt vara att tillräckligt grundlag för en mera ingående faunistisk jemförelse med andra orters motsvarande bildningar ännu ej blifvit hopbringadt. Tyvärr är berggrunden ej tillgänglig mellan lokal *K* och lokalerna *G*, *H* och *I*, hvarföre ej heller öfvergången mellan lag *1* (å lokal *K*) och lag *3* å de öfriga nämnda lokalerna kunnat följas. Vi veta sålunda ej, huruvida lag *2*, (den gula sandstenen vid Klinta och Bjersjölagård), också finnes i Fyledalsområdet, eller om tilläfventyrs här lag *2* helt eller delvis representeras af de ljusröda skiffrar, vi fört till lag *3*. En dylik möjlighet måste nämligen, såsom för öfrigt Grönwall redan *1897* (s. 234 [47]) påpekat, alltid tagas med i räkningen, när det gäller att bedöma karakteren af den fauna, som uppträder i lag *3* vid Ramsåsa.

En jemförelse mellan fossilen i Ramsåsabildningens olika lag visar icke någon genomgripande olikhet i faunan, och man kan derföre inom Skånes yngsta gotlandium ej uppställa något bestämdt karaktersdrag för hvarje särskildt lag. Så t. ex. är den hufvudsakliga skillnaden mellan lagen *3* och *4* vid Ramsåsa den, att lag *4* å ena sidan innehåller vissa ostrakoder och *Bellerophon*-arter, som icke uppträda i lag *3*, men å andra sidan fullständigt saknar trilobiter, hvilka deremot äro representerade i lag *3*. Bland trilobiterna är *Homalonotus Knighti* Koen. var. *rhinotropis* Ang. den ende, som hittills uteslutande är funnen i lag *1*; *Calymmene intermedia* Lindstr. och *Phacops Downingiæ* Murch. äro visserligen allmännast i lag *1*, men förekomma dock, fast mera sparsamt, äfven i lag *3*.

Faunan i de olika lagen kan nog med rätta sägas förändra sig mycket långsamt; under det att en ganska påtaglig olikhet förefinnes mellan faunan i lag *1* och den i lag *4*, intager nämligen faunan i lag *3* en fullkomligt intermediär ställning.

Iakttagelserna vid Lerberget i Röddinge (s. 23—25) ha lemnat ett synnerligen välkommet bidrag till kännedom om colonusskifferns förhållande till vårt yngsta gotlandium, i det att genom dem ådagalagts, att colonusskiffern, äfven frånsedt graptoliterna, gömmer en ganska rikhaltig fauna, som, då den hunnit bli närmare undersökt, kommer att gifva oss en möjlighet att jemföra colonusskiffern med andra gotlandiska bildningar. Och vidare torde de i Fyledalen gjorda iakttagelserna kunna räknas som ett godt stöd för den åsigten, att colonusskiffern *i sin helhet* är äldre än det yngsta gotlandium vid Klinta, Bjersjölagård, Ramsåsa m. fl. st. Värdt att framhålla är ock, att man vid Lerberget, så som på s. 25 omtalas, kan iakttaga en bestämd olikhet mellan faunan i profilens öfre och undre del. Här torde också böra erinras derom, att en alldeles likartad, men icke så rikhaltig, fauna förut af Moberg blifvit funnen i colonusskiffern i närheten af Smedstorp (Holst *1892*, s. 36—37).

Angående Posidonomyaskiffern vid Tosterup, som af Grönwall med något förbehåll räknades som ekvivalent till lag *3*, kan anmärkas, att våra undersökningar tyckas gifva vid handen, att nämnda bildnings ålder möjligen torde vara något högre än förut förmodats. Enligt dagboksanteckningar från Tosterup, gjorda 1882 af S. A. Tullberg, skall Linnarsson till och med ha träffat en *Monogr. bohemicus* Barr. i dessa lager.

Paralleliseringen af Skånes yngsta gotlandium med Englands kan ännu icke sägas vara fullt säkert genomförd. Grönwall framställde *1897* en jemförelse, som härofvan (s. 5) blifvit citerad. Emellertid torde denna parallelisering nu böra något modifieras, detta på grund af de nyare undersökningar inom Wales' yngsta gotlandium just i trakten af Ludlow, hvilka utförts af Miss G. L. Elles och Miss J. L. Slater. Dessa författarinnor, som der funnit såväl *Monograptus Leintwardensis* Hopk. som *M. colonus* Barr., ha lemnat den i nedanstående schema återgifna indelningen af Ludlow-distriktets silur.

Redan tillförene måste man tillerkänna *M. colonus* en ovanligt stor vertikal utbredning, men man synes dock numera bli tvungen förlägga colonusskifferns topp ännu något högre, än hvad Grönwall gjorde 1897. Nedanstående parallelisering mellan Englands och Skånes yngsta silur torde derför få anses bäst motsvara *nu* kända förhållanden.

	Ludlow District		Skåne
III.	Temeside Group	F. Temeside or *Eurypterus*-Shales E. Downton-Castle or Yellow Sandstones	Lagen *3* och *4*
II.	Upper Ludlow Group	D. Upper Whitcliffe or *Chonetes*-Flags C. Lower Whitcliffe or *Rhynchonella*-Flags	Lagen *1* och *2*
I.	Aymestry Group	B. Mocktree or *Dayia*-Shales. A. Aymestry or *Conchidium*-Limestones	Colonusskiffer

De fossil, som framhållas såsom karakteristiska för det omstående engelska schemats särskilda zoner, äro följande: för zon A *Conchidium Knighti* Sow. (= *Pentamerus conchidium* L), för zon B *Dayia navicula* Sow., för zon C *Rhynchonella nucula* Sow. och för zon D *Chonetes striatella* Dalm.

Kännedomen om det rikt utvecklade gotlandium på sjelfva Gotland har, hvad södra Gotland beträffar, under de senare åren blifvit något vidgad, medan norra och mellersta Gotland ännu alltjemt bjuda oss många olösta frågor. En jemförelse mellan det yngsta gotlandium i Skåne och det på *södra* Gotland kan till en viss grad genomföras. Grönwall framhöll *1897* (i noten å s. 243 [56]) den stora analogi, som förefinnes mellan Skånes yngsta gotlandium och Sydgotlands sandsten, utan att dock då våga en jemförelse mellan lagerserierna. Sedan dess har Sveriges Geologiska Undersökning kartlagt Gotland; visserligen äro kartbladen icke utgifna, men Munthe har dock vid skilda tillfällen lemnat meddelanden om de resultat, som framkommit. Sista gång var, då han, vid ett föredrag i Geologiska Föreningen i Stockholm om »stratigrafien inom Syd-Gotlands silur», stödjande sig på undersökningar påbörjade och till största delen utförda af Moberg (delvis med biträde af Grönwall) samt afslutade af Munthe sjelf, meddelade nedan anförda profil från kartbladet Hamra. Af de i lagerserien från »Hamra» omtalade bildningarne anse vi *Girvanella*-mergeln, sandstenen, ooliten och *Girvanella*-kalken vara ekvivalenter till lag *1* (och möjligen *2*) i Skånes yngsta gotlandium; angående de öfriga delarnes parallelisering kan intet bestämdt sägas, förrän något utförligare uppgifter föreligga, och lika litet kunna de två andra af Munthe samtidigt anförda profilerna från Syd-Gotland, nämligen den från »Burgen i Näs» och den från Lau backar, läggas till grund för ingående jemförelser.

Kartbladet Hamra å Gotland	Skåne
Öfre hårda kalkstenar	
Ostrakodkalk	
Girvanella-kalk }	Lagen *1* (och *2*)
Oolit }	Lagen *1* (och *2*)
Sandsten }	Lagen *1* (och *2*)
Girvanella-mergel }	Lagen *1* (och *2*)
Dayia-kalk	
Mergelskiffer med kalkband [= Lindströms lag c (c_4)]	

Horisonten med *Dayia navicula* är särskildt anmärkningsvärd, enär den synes kunna vara af betydelse för en jemförelse med England och derigenom äfven med Skånes colonusskiffer.

Hvad beträffar förhållandet mellan våra ifrågavarande bildningar och deras motsvarigheter inom Norges gotlandium, kan nu endast framhållas, att de för Skånes och Norges yngre gotlandium gemensamma arterna i Kjærs stora monografi till största delen återfinnas i fossillistorna till etage 9.

Innehållsförteckning.

Förklaring till tafl. I.

Närmare förklaring till å denna tafla lämnade bilder erhålles i den utförliga beskrifningen af stenbrottet, s. 11—18 i texten.



Stenbrottet vid Ramsåsa (sedt från SO).



Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

Förstorad detalj från ofvanstående bild (denna detalj sedd från S).

Förklaring till tafl. II.

Förklaring till tafl. II.

Alla originalen tillhöra Lunds Univ:s Geol.-min. Institution och härröra från Ramsåsa.

Fig. 1. *Tentaculites annulatus* Sow. $^3/_1$. *Skiffer*, lag *3*.

» 2 *a*, *b*. » *tenuis* Sow. *a* $^3/_1$, *b* öfre och undre ändarne i 6 gg:rs förstoring. *Kalksten*, lag *4*.

» 3. *Serpulites longissimus* MURCH. $^1/_1$. *Sandsten*, lag *4*.

» 4. Korall, obestämbar. $^2/_1$. *Skiffer*, lag *3*.

» 5. *Lingula cornea* Sow. Skal sedt utifrån, skalsubstansen delvis borta, så att kärnan (med muskelintryck) blir synlig. $^2/_1$. *Sandsten*, lag *4*.

» 6. Samma art. Aftryck, hvari endast obetydligt af skalet vidhäftar. $^3/_1$. *Sandsten*, lag *4*.

» 7. *Lingula minima* Sow. $^2/_1$. *Sandsten*, lag *4*.

» 8. *Pholidops antiqua* SCHLOTHEIM. Exemplar med bevaradt skal. $^5/_1$. *Kalksten*, lag *3*.

» 9. Samma art. Kärna visande aftryck af muskelfästena $^6/_1$. *Kalksten*, lag *3*.

» 10*a*—*c*. *Retzia Baylei* DAV. *a* från ventralsidan, *b* från kommissuren (konturteckning), *c* från dorsalsidan. $^3/_1$. *Kalksten* (troligen lag *4*).

» 11, 12. *Atrypa? pusilla* HIS. Fig. 11 dorsalskal, fig. 12 ventralskal. $^4/_1$. *Kalksten*, lag *3* å lokal *H*.

» 13. *Strophomena impressa* LINDSTRÖM. $^2/_1$. *Kalksten*, lag *3* å lokal *H*.

» 14. *Chonetes Piperi* n. sp. Ventralskal från insidan; med väl bevarade taggar utmed låsranden. $^4/_1$. *Skiffer*, lag *3*.

» 15. Samma art. Dorsalskal. Kärna? $^4/_1$. *Skiffer*, lag *3*.

» 16. Samma art. Ventralskal utifrån. $^3/_1$. *Kalksten*, lag *3*.

» 17. *Megalomus?* sp. Kärna. $^1/_1$. *Kalkstensband* i sandstenen, lag *4*.

» 18. *Ctenodonta securiformis* GRÖNWALL. Kärna. $^2/_1$. *Kalksten*, lag *4*.

» 19. Samma art. Lunula sedd inifrån, visande låständer. $^6/_1$. *Kalksten*, lag *4*.

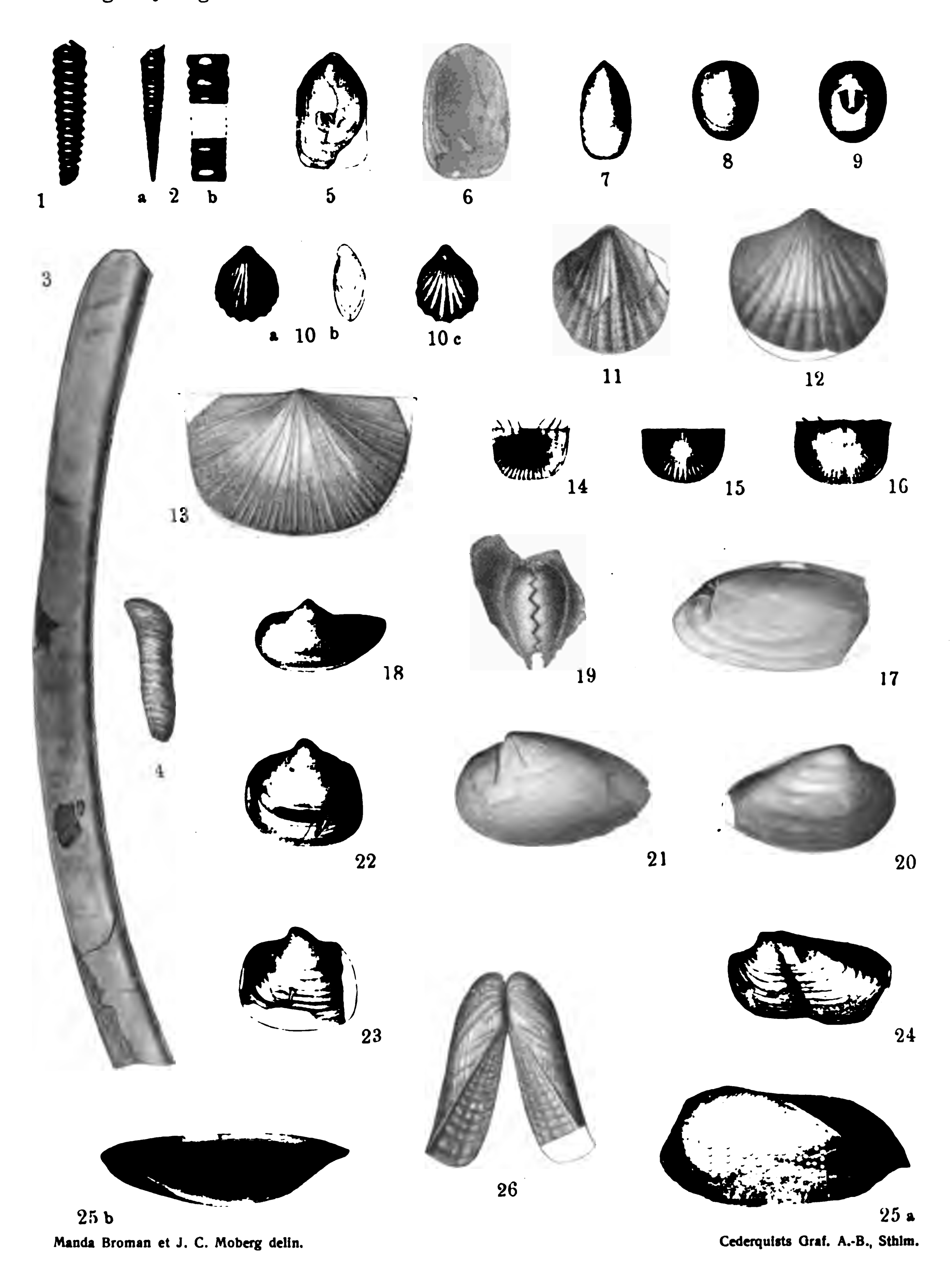
» 20, 21. *Cucullella ovata* Sow. Fig. 20 med, fig. 21 utan skal. $^3/_1$. *Kalksten*, lag *4*.

» 22, 23. *Lucina? subquadrata* GRÖNWALL. $^2/_1$. *Kalksten*, lag *4*.

» 24. *Grammysia triangulata* Sow. $^1/_1$. *Kalksten*, lag *4*.

» 25 *a*, *b*. *Goniophora cymbæformis* Sow. *a* från sidan, *b* ofvanifrån (figurens öfre rand är sålunda låsranden). Kärna; endast i närheten af umbo ses (å båda sidor om kölen) fragment af skalet. Kärnans yta till stor del otydlig genom små anvuxna kalkspatskristaller. $^2/_1$. *Kalksten*, lag *3* å lokal *H*.

» 26. *Sanguinolites anguliferus* M'COY. Båda skalen sammanhängande. Fig. delvis kompletterad efter aftrycket. $^3/_2$. *Skiffer*, lag *3* å lokal *I*.



Manda Broman et J. C. Moberg delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

Förklaring till tafl. III.

Förklaring till tafl. III.

Alla originalen tillhöra Lunds Univ:s Geol.-min. Institution, härröra från Ramsåsa och äro samtliga, undantagandes det till fig. 16, bevarade i kalksten.

Fig. 1. *Hyolithus scanicus* GRÖNWALL Hus. Exemplaret, som delvis har det tjocka skalet i behåll, visar upptill inre delen af dorsalsidan. $^{5}/_{1}$. Lag *4*.

» 2. Samma art. Tvärsnitt af huset. $^{3}/_{1}$. Lag *4*.

» 3. Samma art. Lock. $^{5}/_{1}$. Lag *4*.

» 4 *a*, *b*. Samma art. Hus. *a* från dorsalsidan; *b* samma exemplar vridet 90°. $^{3}/_{1}$. Lag *4*.

» 5 *a*, *b*. *Bellerophon expansus* SOW. Initiala partiets externsida; *a* ofvanifrån, *b* bakifrån. $^{3}/_{1}$. Lag *3*.

» 6. Samma art. Kärna med bevarad mynningsrand. $^{3}/_{1}$. Lag *3*.

» 7. Samma art. Mynningspartiet visande skalets ornering. $^{4}/_{1}$. Lag *3*.

» 8 *a*, *b*. *Bellerophon granulum* GRÖNWALL. *a* från externsidan, *b* från sidan. $^{8}/_{1}$. Lag *4*.

» 9. Samma art. Exemplar visande mynningsranden. $^{4}/_{1}$. Lag *4*.

» 10 *a*, *b*. *Bellerophon hybridus* GRÖNWALL. *a* från externsidan, *b* från sidan. $^{4}/_{1}$. Lag *3*.

» 11. Samma art. Kärna visande mynningsranden. $^{4}/_{1}$. Lag *3*.

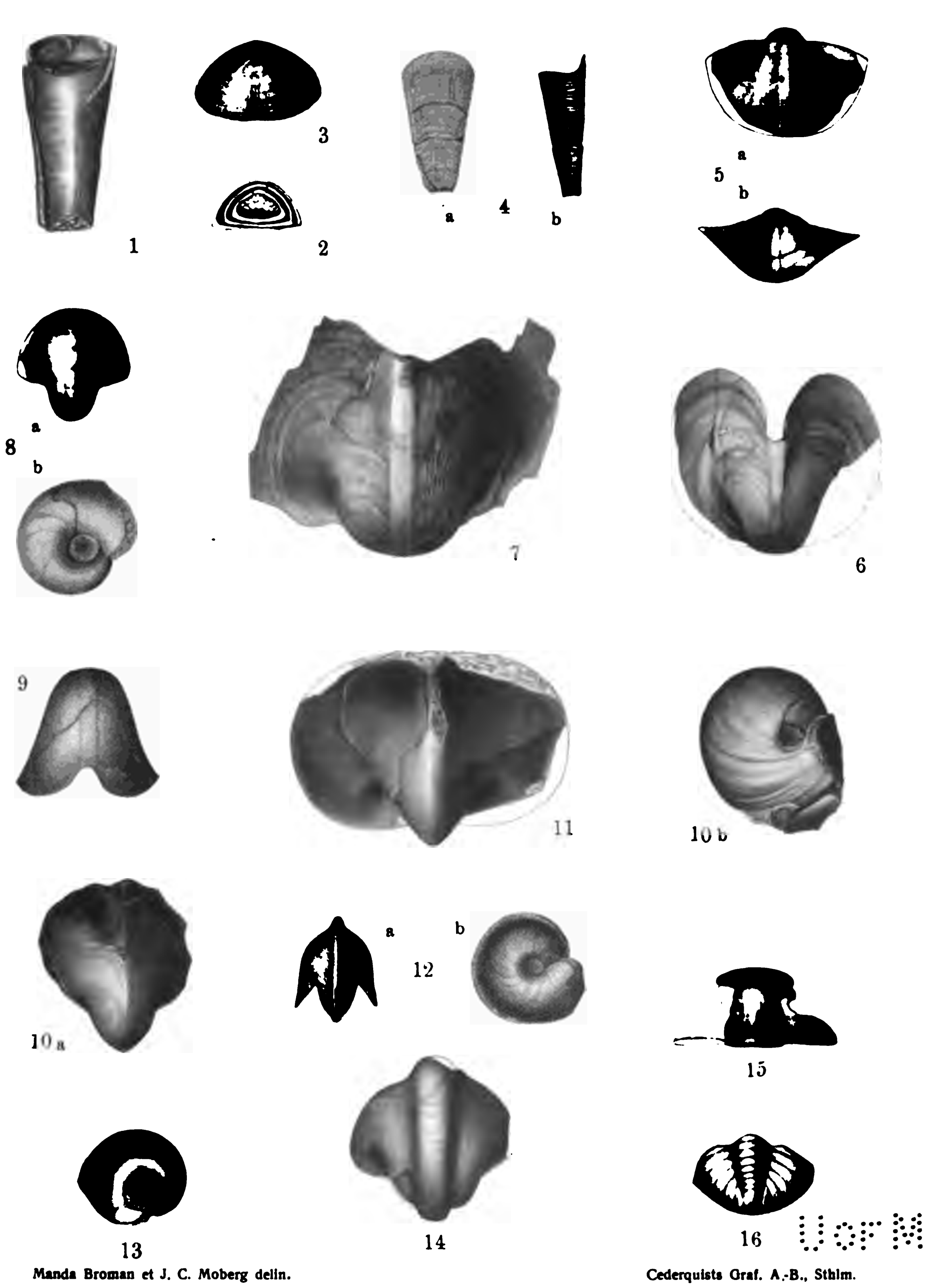
» 12 *a*, *b*. *Bellerophon lenticularis* GRÖNWALL. *a* från externsidan, *b* från sidan. $^{4}/_{1}$. Lag *4*.

» 13. *Bellerophon trilobatus* SOW. Sedd från sidan. $^{8}/_{1}$. Lag *4*.

» 14. Samma art. Exemplar visande externdelens ornering. $^{7}/_{1}$. Lag *4*.

» 15. *Calymmene intermedia* LINDSTRÖM. Hufvudets midtsköld. $^{1}/_{1}$. Lag *3*.

» 16. Samma art. Pygidium, något snedtryckt (i *skiffer*). $^{1}/_{1}$. Lag *3*.



Manda Broman et J. C. Moberg delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

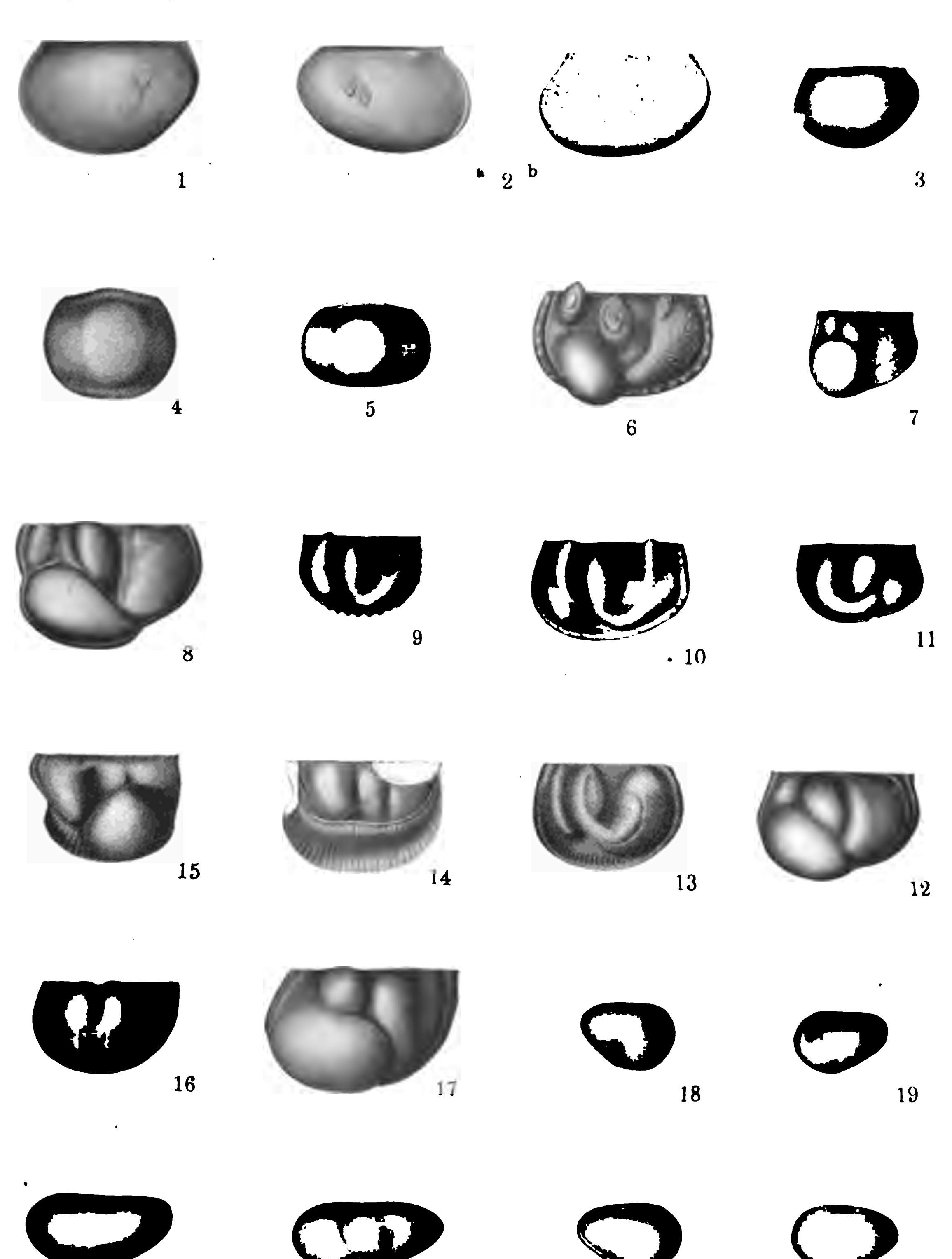
Förklaring till tafl. IV.

Förklaring till tafl. IV.

Alla originalen tillhöra Lunds Univ:s Geol.-min. Institution. Med undantag af originalet till fig. 1 äro alla från Ramsåsa.

Ostrakoderna äro, med undantag af *Cytherellina siliqua* Jones och *Bythocypris triangularis* Grönw., afbildade med ventralranden uppåt.

Fig.	Art	Förklaring
Fig. 1.	*Leperditia inæqualis* Grönwall.	Högerskal (kärna), $^{3}/_{1}$. Löst block af ***sandsten***, funnet vid Eslöf.
› 2 a, b.	Samma art.	Vensterskal (kärna), $^{2}/_{1}$. Fig. *a*, sedt utifrån; fig. *b*, sedt inifrån. ***Sandsten***, lag *4*.
› 3.	Samma art.	Högerskal, $^{2}/_{1}$. Från lokal *I b* (i undre delen af profilen). ***Kalksten***, lag *3*.
› 4, 5.	*Aparchites obsoletus* Jones et Holl.	$^{16}/_{1}$. Fig. 4 högerskal, fig. 5 vensterskal. ***Kalksten***, lag *4*.
› 6.	*Beyrichia cuspidata* Grönwall.	♀ vensterskal, $^{8}/_{1}$. ***Kalksten***, lag *4*.
› 7.	› *Kochi* Boll.	♀ vensterskal, $^{10}/_{1}$. ***Kalksten***, lag *4*.
› 8.	› *Maccoyiana* Jones.	♀ vensterskal, $^{20}/_{1}$. ***Kalksten***, lag *4*.
› 9.	› *Buchiana* Jones.	♂ vensterskal, $^{10}/_{1}$. ***Kalksten*** från öfre lagren å lokal *Ib*. Lag *3*.
› 10.	› *nodulosa* Boll.	♂ vensterskal, $^{10}/_{1}$. ***Skiffer*** från undre lagren å lokal *Ib*. Lag *3*.
› 11, 12.	› *obsoleta* Grönwall.	Fig. 11 ♂ högerskal, $^{10}/_{1}$; fig. 12 ♀ vensterskal, $^{10}/_{1}$. ***Kalksten***, lag *4*.
› 13.	› *scanensis* Kolmodin.	♂ vensterskal, $^{12}/_{1}$. Lokal *Ib*, undre lagren. ***Skiffer***, lag *3*.
› 14, 15.	› *Steusloffi* A. Krause.	Fig. 14 ♂ högerskal, $^{16}/_{1}$; fig. 15 ♀ högerskal, $^{12}/_{1}$. ***Kalksten***, lag *4*.
› 16, 17.	*Klœdenia Kiesowi* A. Krause.	Fig. 16 ♂ vensterskal, $^{12}/_{1}$; fig. 17 ♀ vensterskal, $^{12}/_{1}$. ***Kalksten***, lag *4*.
› 18, 19.	*Thlipsura tetragona* A. Krause.	$^{20}/_{1}$. Fig. 18 från högra sidan, fig. 19 från venstra sidan. ***Kalksten***, lag *4*.
› 20, 21.	*Cytherellina siliqua* Jones.	Vensterskal. Fig. 20 exemplar med skal, $^{12}/_{1}$ (i ***skiffer*** från undre lagren å lokal *Ib*, lag *3*); fig. 21 stenkärna, $^{20}/_{1}$ (i ***kalksten***, lag *4*).
› 22 *a*, *b*.	*Bythocypris triangularis* Grönwall.	$^{20}/_{1}$. Fig. *a* från högra, *b* från venstra sidan. ***Kalksten***, lag *4*.



Manda Broman et J. C. Moberg delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

Förklaring till tafl. V.

Förklaring till tafl. V.

Originalen tillhöra Lunds Univ:s Geol.-mineralog. Institution och härröra samtliga från lag *1* vid Fylans tegelbruk, med undantag af originalet till fig. 4 *a—c*, hvilket är funnet vid Klinta.

Fig. 1. *Homalonotus Knighti* KÖNIG var. *rhinotropis* ANG. Hufvudets midtsköld. 1/1.

» 2. Samma varietet. Fragment af lösa kinden. 1/1.

» 3 *a*, *b*. Samma varietet. Pygidium. 1/1. *a* ofvanifrån, *b* från högra sidan.

» 4 *a—c*. Samma varietet. Helt hufvud, något nedtryckt, *a* sedt ofvanifrån, *b* framifrån, c underifrån. *Exemplaret från Klinta*. 1/1.

» 5. *Pterygotus* sp. Klo-sax. 1/1.

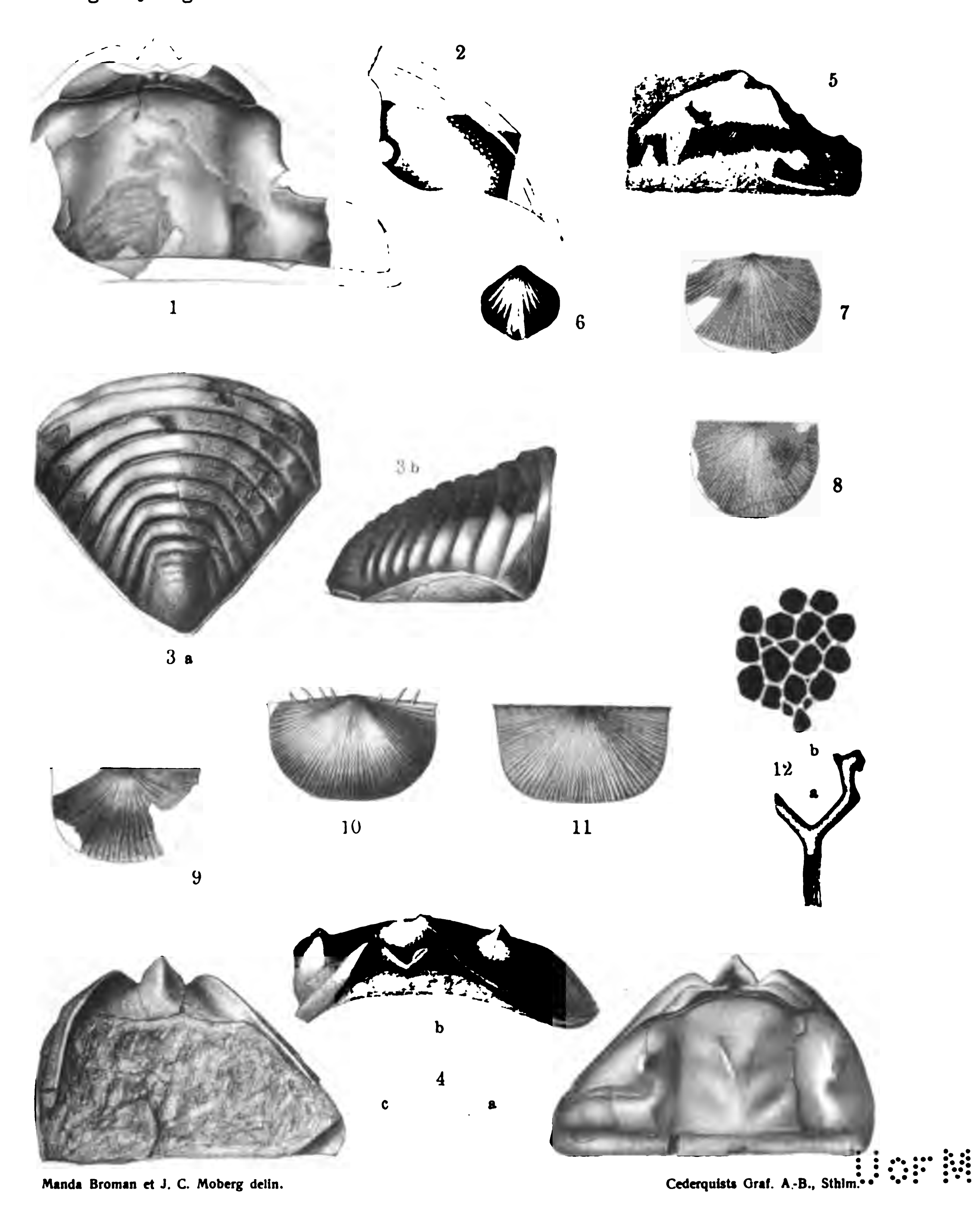
» 6. *Rhynchonella borealis* v. SCHLOTH. 2/1.

» 7, 8. *Orthis* sp. 1/1. Fig. 7 ventralskal, fig. 8 dorsalskal.

» 9. *Strophomena* sp. Dorsalskal. 1/1.

» 10, 11. *Chonetes striatella* DALM. Fig. 10 ventralskal, 2/1; fig. 11 dorsalskal, 2/1.

» 12 *a*, *b*. *Eridotrypa scanensis* HENNIG n. sp. Fig. *a* har naturl. storlek; nedre delen är lössprängd för förfärdigande af snitt för mikroskopisk undersökning (se textfigurerna). Fig. *b* (ritad af Docenten D:r A. HENNIG) visar ytskulpturen, 25/1.



Manda Broman et J. C. Moberg delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

Förklaring till tafl. VI.

Förklaring till tafl. VI.

Alla originalen tillhöra Lunds Univ:s Geol.-min. Institution och härröra från Ramsåsa, fig. 1 och 8 från lag *3*, de öfriga från lag *4*; alla äro de bevarade i kalksten, utom originalet till fig. 1, hvilket ligger i skiffer.

Samtliga ostrakoder äro afbildade med ventralranden uppåt!

Fig. 1. *Primitia mundula* JONES. Exemplar med skal. $^{15}/_1$.

» 2. *Beyrichia cuspidata* GRÖNWALL. ♂ högerskal. $^{12}/_1$.

» 3. » *Kochi* BOLL. ♂ vensterskal. $^{12}/_1$.

» 4 *a*, *b*. » *Maccoyiana* JONES. ♀ vensterskal. $^{15}/_1$. Fig. *a* sedt framifrån, fig. *b* från ventralytan.

» 5. Samma art. ♂ vensterskal. $^{15}/_1$.

» 6 *a*, *b*. *Kloedenia Wilckensiana* JONES. ♀ vensterskal. $^{12}/_1$. Fig. *a* sedt från sidan, fig. *b* från bakre ändan.

» 7. Samma art. ♂ vensterskal. $^{12}/_1$.

» 8. Obestämd mussla (se sid. 78). $^{2}/_1$.

» 9, 11. Schematiska figurer angifvande den använda terminologien. Se vidare i not 1 till sid. 55.

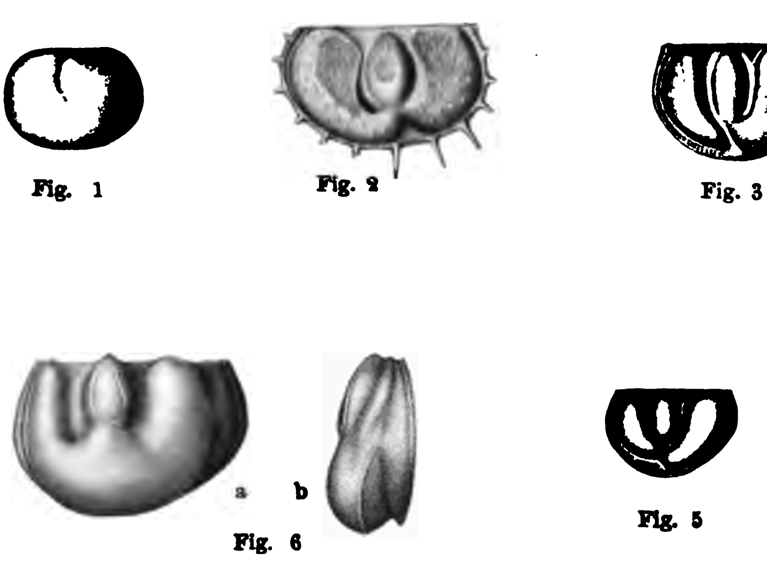
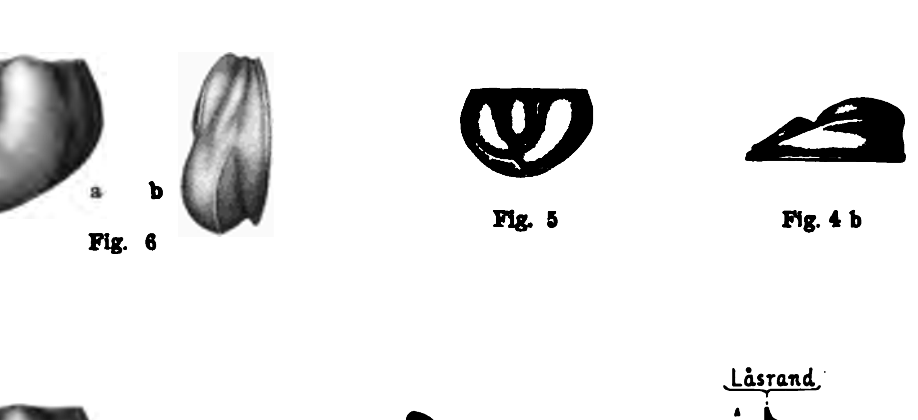


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4 a



a b

Fig. 6 Fig. 5 Fig. 4 b



Fig. 7

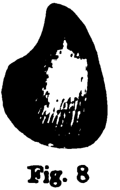


Fig. 8

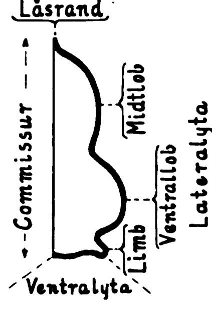


Fig. 11

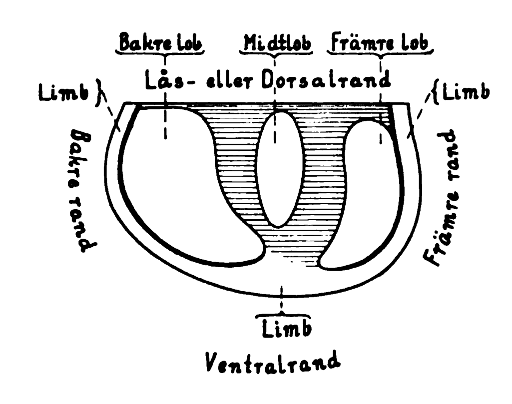


Fig. 9

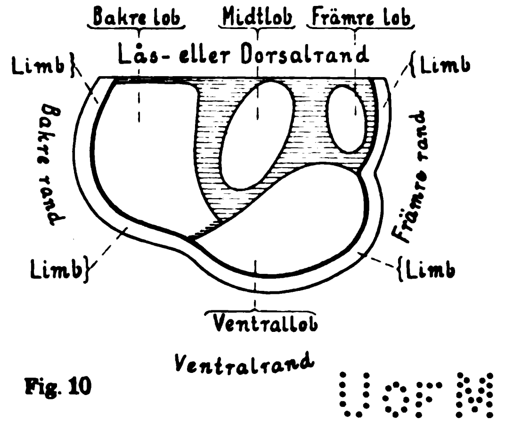
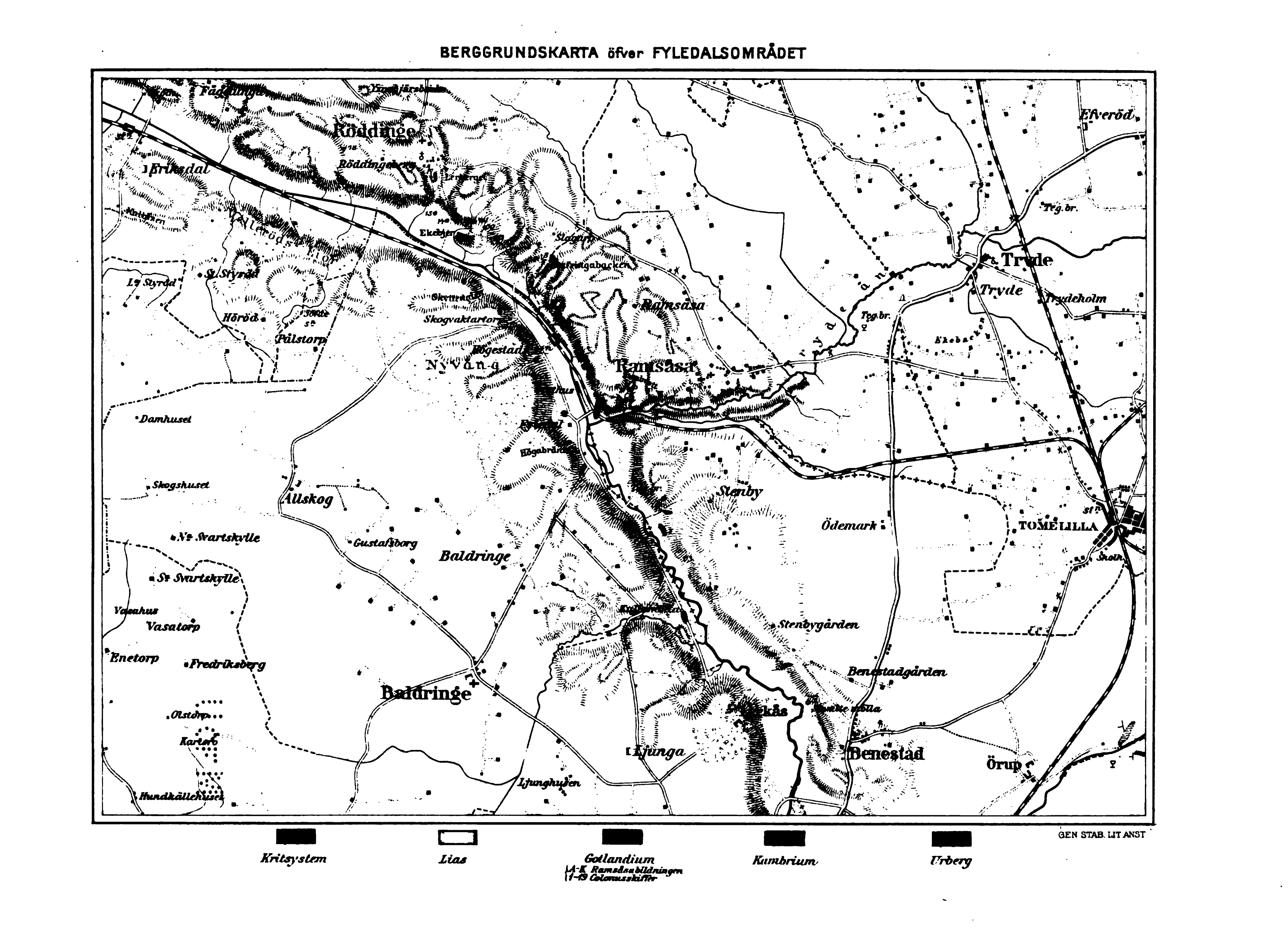


Fig. 10

Manda Broman et J. C. Moberg delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

BERGGRUNDSKARTA öfver FYLEDALSOMRÅDET



LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 5. Nr 2.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 20. Nr 2.

KREUZUNGSUNTERSUCHUNGEN

AN

HAFER UND WEIZEN

VON

H. NILSSON-EHLE



LUND 1909
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Einleitung.

Die Untersuchungen, welche den Gegenstand dieser Abhandlung bilden, sind bei der Saatzuchtanstalt »Sveriges Utsädesförening», Svalöf, ausgeführt und fingen im Jahre 1900 an. In jenem Jahre wurden in Svalöf 14 Haferkreuzungen gemacht, deren Verhalten später von mir untersucht worden ist. 1902 konnten die Spaltungszahlen der zweiten Generation ermittelt werden. Gewisse von diesen Kreuzungen wurden im nächsten Jahr in die dritte Generation vollständig verfolgt, indem nämlich das Verhalten sämtlicher Pflanzen der zweiten Generation durch Fortpflanzung jedes Individuums auf einer separaten Parzelle in der dritten Generation untersucht wurde; in den Jahren 1904—1908 wurde das Verhalten einer grösseren oder geringeren Zahl von Pflanzen der vierten und folgenden Generationen geprüft. 1903 wurden 10 neue Haferkreuzungen gemacht, von denen sämtliche in der zweiten Generation (1905), einige auch in der dritten und den folgenden Generationen untersucht worden sind. 1905 und 1906 wurden die Kreuzungsarbeiten noch erweitert. Im trocknen Sommer des Jahres 1905 misslangen jedoch die Bastardierungen beim Hafer zum grössten Teil; es wurden 24 Kreuzungen zwischen verschiedenen Sorten ausgeführt, aber nur bei 3 gelang die Befruchtung, bei den übrigen trockneten die Fruchtknoten nach der Bestäubung ein, und es entwickelten sich keine Körner. Die genannten drei Kreuzungen sind jetzt bis in die dritte Generation untersucht worden. Im Jahre 1906 gelang dagegen die künstliche Befruchtung gut; es wurden dann mehr als 30 Kreuzungen zwischen verschiedenen Sorten gemacht, von denen die meisten Körner (eines oder mehrere) entwickelten. Bei 23 derselben wurde voriges Jahr die Spaltung der zweiten Generation untersucht. In den beiden letzten Jahren ist wieder eine grosse Zahl von neuen Haferkreuzungen gemacht worden, welche jedoch, da die zweite Generation bis jetzt nicht untersucht worden ist, hier nicht behandelt werden sollen.

Beim Winterweizen war schon im Jahre 1898 eine Anzahl von Kreuzungen gemacht worden, deren zweite Generation im Jahre 1900, wo ich meine Arbeiten an Hafer und Weizen in Svalöf anfing, angebaut wurde. Es wurden dann die Spaltungszahlen der zweiten Generation für gewisse Merkmale, wie Farbe und Be-

haarung der Ähren, festgestellt. [1]) In den folgenden Jahren wurden Untersuchungen über die dritte und folgenden Generationen gemacht. In den Jahren 1903 und 1905 wurden 5 bezw. 25 neue Winterweizenkreuzungen ausgeführt, von denen einige bis in die dritte Generation vollständig verfolgt worden sind. In den beiden letzten Jahren sind die Kreuzungsarbeiten an Winterweizen noch mehr erweitert worden.

Die im folgenden besprochenen Sommerweizenkreuzungen wurden grösstenteils im Jahre 1899 ausgeführt, und die zweite—dritte Generation derselben in den Jahren 1901—1902 untersucht. Eine neue Reihe von Kreuzungen wurde im Jahre 1906 angefangen, und die Spaltungszahlen der zweiten Generation derselben wurden voriges Jahr (1908) ermittelt.

Eine kurze Darstellung über die Ergebnisse der Kreuzungen habe ich voriges Jahr gegeben. [2])

Die Kreuzungen sind selbstverständlich hauptsächlich zu praktischen Zwecken ausgeführt worden. Das Ziel war, die Eigenschaften der jetzt gebauten Sorten in immer besserer Weise zu vereinigen. Die gemachten Kreuzungen wurden aber gleichzeitig vom theoretischen Gesichtspunkte aus untersucht, da ein näherer Einblick in die Formenbildung indirekt natürlich von der grössten Bedeutung für das praktische Züchtungsstreben sein muss.

Im Jahre 1900 wurde bekanntlich die Mendelsche Entdeckung der Gesetzmässigkeit in der Vererbungsweise der Bastarde von de Vries, Correns und v. Tschermak bekannt gemacht. Es wurde daher bei Untersuchung der zweiten Generation der Winterweizenkreuzungen im Jahre 1900 versucht, das Verhalten der verschiedenen formentrennenden Merkmale nach Zahlenproportion zu ermitteln.

Bei gewissen Merkmalen bot dies keine Schwierigkeit. Kreuzungen z. B. zwischen behaarten (an den Ähren) und unbehaarten Sorten gaben in der zweiten Generation reine Aufspaltung in behaarte und unbehaarte Individuen, und zwar deutlich nach dem Mendelschen Gesetze (3 behaart : 1 unbehaart). Auch die Ährenfarbe zeigte reine Spaltung. Bei Kreuzungen zwischen braun- und weissährigen Sorten wurden die Individuen der zweiten Generation entweder braun- oder weissährig. Das Verhältniss 3 : 1 konnte jedoch nicht immer erkannt werden; in gewissen Fällen waren die braunährigen Individuen viel zu zahlreich. Es stellten sich also gleich Ausnahmen von der Mendelschen Regel heraus, und es entstand dann die Frage, wie solche Ausnahmen erklärt werden könnten.

In Bezug auf andere Merkmale, z. B. Ährentypus, musste man aber überhaupt darauf verzichten, die Spaltung in der zweiten Generation durch Zahlen auszudrücken, denn es konnte hier keine reine Aufteilung in die beiden Typen der Elternformen konstatiert werden. Auch eine Aufteilung in Elternformen und intermediäre Formen, wobei die letzteren nach der Formel 1 : 2 : 1 sich in doppelt

---

[1]) Ein Teil dieser Zahlen wurde schon 1901 von v. Tschermak veröffentlicht. Über Züchtung neuer Getreiderassen mittelst künstlicher Kreuzung. Zeitschr. f. das landwirtsch. Versuchswesen in Österreich 1901, p. 1029.

[2]) Einige Ergebnisse von Kreuzungen bei Hafer und Weizen. Botan. Notiser 1908, p. 257--294.

grösserer Anzahl als die Elternformen vorfinden sollten, konnte nicht mit Sicherheit gemacht werden, denn die Ährentypen gingen oft allmählich ineinander über, und die reinen Elterntypen waren meistens viel seltener, als sie bei einer gewöhnlichen einfachen Spaltung sein sollten.

Ebenso schwierig zeigte es sich, die Spaltung von allerlei Grössenmerkmalen oder physiologischen Eigenschaften mit den Mendelschen Gesetzen in Einklang zu bringen.

Nur die weitere Prüfung der dritten und folgenden Generationen hat nach und nach die offenbar oft ungemein verwickelten Spaltungsverhältnisse bis zu einem gewissen Grade aufklären können.

Dass aber überhaupt eine Spaltung der verschiedenen formentrennenden Merkmale stattfindet, dass die Merkmale also nicht schon von der ersten Generation ab konstant bleiben, ist dagegen eine Tatsache, die sich relativ leicht hat konstatieren lassen.

Z. B. bei Kreuzung gross- und kleinkörniger Formen wird die zweite Generation ein Gemisch von Individuen mit verschiedener Korngrösse. In ähnlicher Weise verhalten sich alle erblichen Grössendifferenzen, z. B. Differenzen an Höhe der Pflanzen, Breite der Blätter, Länge der Spelzen u. s. w. Aus Kreuzungen von Weizenformen von verschiedener erblicher Winterfestigkeit lassen sich mehr und weniger winterfeste Formen wieder ausdifferenzieren u. s. w. Überhaupt sind wohl bei den Getreidearten keine Merkmale innerhalb der Art sicher bekannt, bei denen eine Spaltung nicht stattfindet.

Bei vielen Merkmalen tritt die Spaltung besser hervor, wenn die Individuen der zweiten Generation auf verschiedenen Parzellen vermehrt werden, so dass die Nachkommenschaft jedes einzelnen Individuums eine Gruppe für sich bildet. Bezüglich geringerer quantitativer Unterschiede wird man wohl überhaupt erst auf diesem Wege die Spaltung, die in der zweiten Generation stattgefunden hat, mit einiger Sicherheit beurteilen können. Der Grad derselben erblichen Eigenschaft einer Form, wie z. B. der Höhe, kann nämlich je nach den wechselnden Lebensbedingungen bei verschiedenen Individuen ziemlich stark schwanken. Besser ernährte Individuen werden kräftiger, höher, zeigen grössere Ähren u. s. w. Auch andere Eigenschaften wie z. B. Grösse der Körner, Länge der Spelzen, Begrannungsfrequenz beim Hafer, Winterfestigkeit, Grad von Resistenz gegen Gelbrost u. s. w. fluktuieren, oft sogar sehr beträchtlich, unter dem Einflusse wechselnder äusserer Bedingungen. Da für die verschiedenen Pflanzen auch desselben kleinen Beetes die äusseren Verhältnisse niemals ganz gleich werden können, wird man stets eine grössere oder geringere Fluktuation bei den verschiedenen Eigenschaften bekommen, welche das Untersuchen der Spaltung in der zweiten Generation oft ungemein erschwert oder geradezu unmöglich macht. Erst wenn man eine Gruppe von Individuen hat, die einen Durchschnittswert für die betreffende Eigenschaft liefern können, lässt sich der störende Einfluss der Fluktuation bis zu einem gewissen Grad beseitigen. Aus dem Verhalten der Parzellen dritter Generation wird man also bessere Schlüsse über die in der zweiten Generation stattgefundene Spaltung ziehen können,

Im Jahre 1901 konnte die Spaltung von Winterfestigkeit beim Weizen an der dritten Generation sehr deutlich beobachtet werden, indem gewisse Parzellen derselben Kreuzung viel stärker auswinterten als andere. Es zeigte sich auch gleich, dass die Winterfestigkeit unabhängig von anderen Eigenschaften, wie Ährentypus, Behaarung, Begrannung, Kornfarbe u. s. w. spaltete, ebenso wie alle diese Eigenschaften gegenseitige Unabhängigkeit deutlich zeigten. Im Jahre 1904, wo eine Anzahl von Parzellen fünfter Generation angebaut wurde, trat der Gelbrost auf gewissen Parzellen derselben Kreuzung stark auf, während andere in unmittelbarer Nähe wachsende Parzellen verschont blieben. Auch der Grad von Gelbrost zeigte keinen Zusammenhang mit den morphologischen Eigenschaften. Es stellte sich also die gegenseitige Unabhängigkeit einer immer grösseren Anzahl von Eigenschaften heraus. Auch z. B. in Bezug auf Wachsüberzug an den vegetativen Teilen, Breite der Blätter, Stellung der Blätter und Ähren, Höhe des Halmes, Lagerfestigkeit, kurz gesagt alle diejenigen Eigenschaften, welche zusammen den charakteristischen Habitus der Sorten aufbauen, waren die verschiedenen Parzellen derselben Kreuzung oft einander sehr deutlich ungleich. Es entstanden ferner regelmässig neue Ährentypen, die von denjenigen der Eltern mehr oder weniger deutlich verschieden waren, was übrigens nicht merkwürdig erscheint, da der Ährentypus offenbar kein einheitliches Merkmal darstellt, sondern von mehreren, wenigstens zum Teil von einander unabhängigen Merkmalen, wie Länge der Ährenspindel, Zahl von Ährchen an einer gewissen Ährenlänge (Ährendichte), Breite der Ährchen, Länge und Form der Spelzen u. s. w. bedingt wird. Es zeigte sich also, dass die Eigenschaften der Eltern in den verschiedenartigsten Weisen zu neuen Formen kombiniert werden konnten.

1903 wurde die dritte Generation (268 Parzellen) zweier Haferkreuzungen untersucht, und es ergab sich auch hier deutliche Spaltung aller formentrennenden Merkmale ebenso wie deutliche gegenseitige Unabhängigkeit vieler Merkmale, wie Farbe der Spelzen, Begrannung der Ähren, Länge der Deckspelzen, Rispentypus u. s. w. Es zeigte sich aber auch, z. B. dass gewisse Parzellen entschieden schwächere oder stärkere Begrannung, andere Parzellen auffallend kürzere Deckspelzen als beide Eltern besassen; es entstanden also andere Abstufungen dieser Eigenschaften als diejenigen der Eltern. In Bezug auf Rispentypus entstanden neben den Elterntypen intermediär-konstante oder andere abweichende Typen u. s. w. Die Kornform, welche ein ausgezeichnetes formentrennendes Merkmal ist, wird von der Länge der Blütenspelzen, aber auch von der Grösse und Form der von den Spelzen eingeschlossenen Frucht bedingt. Es zeigte sich nun, dass die Länge der Spelzen nicht parallel mit der Korngrösse variierte. Von den verschiedenen Abstufungen der genannten Eigenschaften können also viele Kombinationen, viele Kornformen gebildet werden. Dadurch, dass neue Abstufungen der Eigenschaften entstehen, werden natürlich die Kombinationsmöglichkeiten weit zahlreicher, und die Vielförmigkeit in der Descendenz nach einer Kreuzung noch viel grösser. Schon bei einer solchen vollständigen Verfolgung einer Kreuzung bis in die dritte Generation wird man

eine ziemlich klare Vorstellung davon bekommen, wie ausserordentlich viele neue Kombinationen in der Tat gebildet werden.

Die in letzterer Zeit mehrmals erörterte grosse Vielförmigkeit bei den Getreidearten wird durch solche Erfahrungen bei Kreuzungen in ein anderes Licht gestellt. Wenn alle formentrennenden Merkmale spalten, dann sind ja die vielen konstanten erblichen Formen (Elementararten, Lebenstypen, Biotypen, Pedigreesorten, oder wie man sie nennen mag), die bei den betreffenden Getreidearten unterschieden werden können, nur als verschiedene Kombinationen einer relativ geringen Zahl von einmal entstandenen selbständigen Elementareigenschaften anzusehen. Nach MENDEL weiss man ja, dass schon bei 10 verschiedenen Merkmalspaaren 1024 konstante Kombinationen (konstante Formen, Elementararten) möglich sind, und bei 20 Merkmalspaaren sind über eine Million solche konstant bleibende Verbindungen denkbar. Die Mendelsche Entdeckung hat somit die bekanntlich oft überaus grosse Variation innerhalb der Species bis zu einem gewissen Grad erklären können. Die erblichen Kleinformen oder Elementararten bei den Getreidearten bezeichnen somit freilich die »systematischen Einheiten», die Sippen untersten Ranges, aber sie bezeichnen keineswegs selbständig entstandene Formen in dem Sinne, wie die eigentlichen Elementararten nach der Terminologie DE VRIES' in seiner Mutationstheorie es tun sollten, sondern, wie gesagt, nur verschiedene konstante Kombinationen einer relativ geringen Zahl von selbständigen Elementareigenschaften. Wie charakteristisch in ihrem ganzen Aufbau die erblichen Kleinformen der Getreidearten auch sein mögen, und wie konstant und treu sie den ihnen einmal gegebenen Typus bei fortgesetztem Anbau von Generation zu Generation auch behalten, so lehren doch Kreuzungen zwischen verschiedenen solchen Kleinformen, dass sie stets Komplexe von vielen selbständigen Eigenschaften sind, die eben durch ihr Zusammentreten den charakteristischen Gesammttypus (den charakteristischen Habitus, Rispen- und Ährenbau, Kornform u. s. w.) bewirken. [1])

DE VRIES unterscheidet in der Mutationstheorie ja bekanntlich streng zwischen den durch progressive Mutationen entstandenen, ebenbürtigen Formen der Arten, den Elementararten, welche bei Kreuzungen konstante Bastardeigenschaften liefern (s. g. unisexuelle Kreuzungen), und den durch retrogressive und degressive Mutationen entstandenen abgeleiteten Formen oder echten Varietäten, deren Merkmale bei Kreuzungen nach den MENDELschen Gesetzen spalten (s. g. bisexuelle Kreuzungen. [2]) Nach dieser Terminologie wären also die erblichen Kleinformen der hier

[1]) Die Erkenntniss, dass die erblichen Formen verschiedene Kombinationen vieler selbständigen Eigenschaften darstellen, muss selbstverständlich dazu beitragen, den Kreuzungen einen sehr wichtigen Platz beim praktischen Züchtungsstreben einzuräumen. Wenn die vorhandenen Formen selbst Kombinationen sind, und wenn der praktische Wert derselben eben durch die Gesamtgruppierung der Eigenschaften bestimmt wird, dann muss das Ziel werden, von den schon vorhandenen Kombinationen durch planmässige und fortgesetzte Kreuzungen immer bessere Kombinationen darzustellen, bis die Grenze der möglichen Verbesserung erreicht wird.

[2]) Vrgl. Die Mutationstheorie, I, p. 455—462; II, p. 634—651. — Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. XXI, 1903, p. 46. — Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation. Berlin 1906.

besprochenen Getreidearten, da dieselben sich nach den nunmehr gemachten Erfahrungen nur durch spaltende Merkmale von einander unterscheiden, nicht als Elementararten zu bezeichnen. Wahrscheinlicher ist doch wohl, dass auch andere, als Elementararten bezeichnete Formen, ebenso wie die Formen der Getreidearten, verschiedene konstante Kombinationen spaltender Merkmale darstellen. Wie DE VRIES mehrmals hervorhebt (z. B. Mutationstheorie I, p. 456; II, p. 643), beruht die grosse Mannigfaltigkeit bei den Arten zu einem sehr grossen Teil eben auf den mannigfachsten Kombinationen bereits vorhandener Eigenschaften. Auch werden solche Fälle von ihm besprochen, wo verwandte Formen sich von einander gleichzeitig durch spaltende und nicht spaltende Merkmale unterscheiden (Mut.-theorie II, p. 649). Die erblichen Formen der Getreidearten werden jedenfalls von ihm mehrmals Elementararten benannt. [1])

Dass die erblichen Formen oder Elementararten der bezüglichen Getreidearten verschiedene Gruppierungen von lauter spaltenden Merkmalen darstellen, steht ausser allem Zweifel und ist, wie gesagt, eine leicht konstatierbare Tatsache; schon eine vollständige Verfolgung einer Kreuzung bis in die dritte Generation durch Separatanbau sämtlicher Individuen der zweiten Generation hat dies genügend zeigen können.

Die Schwierigkeiten fangen aber an, sobald die Frage gestellt wird, welches die spaltenden Eigenschaften eigentlich sind. Die Spaltung an und für sich ist nicht schwierig festzustellen, aber eine Gesetzmässigkeit herauszufinden scheint anfangs nur für gewisse Merkmale möglich. Schon MENDEL [2]) weist darauf hin, dass die Unterschiede zwischen den Formen zum Teil auf einem oft schwierig zu bestimmenden »mehr oder weniger» beruhen, und dass nur solche Merkmale für die Einzelversuche verwendbar seien, die an den Pflanzen deutlich und entschieden hervortreten. In Übereinstimmung damit beschränkte MENDEL seine Versuche auf die scharf getrennten Merkmale und konnte eben dadurch die Gesetzmässigkeiten klar herausfinden.

Einfach liegen wohl im allgemeinen die Verhältnisse nur da, wo die Differenzen zwischen zwei Formen sich deutlich in dem Besitz von, bezw. Mangel an einer Eigenschaft, wie Farbe, Behaarung u. s. w., äussern. Betreffs Grössen- und Formendifferenzen kann man dagegen von Besitz oder Mangel zunächst nicht reden. Die erblichen Differenzen bezeichnen hier verschiedene Abstufungen; jede Form hat eine gewisse für sie charakteristische Höhe, eine gewisse Länge der Spelzen, eine bestimmte Korngrösse u. s. w., die sie von anderen Formen unterscheidet. Wie diese Abstufungen zu stande kommen, ist eben die Frage.

Das Verfolgen mehrerer Kreuzungen, besonders Haferkreuzungen, in die dritte und späteren Generationen hat gezeigt, dass neue erbliche Abstufungen solcher

---

[1]) Ältere und neuere Selektionsmethoden. Biol. Centralbl. 1906, p. 385. — Elementary species in agriculture. Proceed. Amer. Phil. Soc., Vol. XLV, 1906.

[2]) Versuche über Pflanzenhybriden. Nachgedruckt in Ostwald, Klassiker der exakten Wissenschaften, N:r 121.

Eigenschaften (d. h. andere als diejenigen der Eltern) fast regelmässig bei Kreuzungen entstehen. Es liegt daher nahe anzunehmen, dass die Abstufungen nicht jede für sich ein selbständiges Merkmal, sondern ihrerseits auch verschiedene Kombinationen von Merkmalen darstellen. Die äusserst vielen erblichen Abstufungen allerlei quantitativer Eigenschaften, die oft eine ganz kontinuierliche Reihe zwischen den Extremen bilden, können also — wie ich in kleineren Mitteilungen über die Kreuzungsresultate schon früher hervorgehoben habe [1]) — aus der Wirkung einer relativ geringen Anzahl von selbständigen Einheiten erklärt werden, welche durch ihr verschiedenartiges Zusammentreten Abstufungen bewirken, die vielfach zahlreicher sind als die Einheiten selbst.

Eine Voraussetzung dieser ganzen Betrachtungsweise ist jedoch, dass die verschiedenen Elementareigenschaften oder Einheiten nicht mit einander Merkmalspaare bilden, sondern jede für sich selbständig in der Weise spalten, dass die konstant bleibenden Individuen die betreffende Elementareigenschaft entweder besitzen oder nicht besitzen.

Die Lehre von den selbständigen Elementareigenschaften oder elementaren Einheiten hat bekanntlich besonders de Vries im Anschluss an die Theorie von der Entwickelung der Organismen durch sprungweise Mutationen ausgestaltet. Er führt auch an, dass es in der Bastardlehre keine schöneren Beweise für die Existenz elementarer Eigenschaften gebe als die von Mendel gefundenen Spaltungsgesetze (Mutationstheorie, I, p. 137). In Bezug auf die paarweise einander gegenübergestellten Unterscheidungsmerkmale der gekreuzten Formen, die sich gegenseitig in der Weise ausschliessen, dass entweder die eine oder die andere in den Sexualzellen (= Gameten) vorkommt, und die eben dadurch die Spaltung ermöglichen, bemerkt de Vries ferner, dass es freilich bequem sei, dieselben als antagonistisch zu bezeichnen und von Merkmalspaaren zu reden, dass aber diese Merkmalspaare in Wirklichkeit nicht von je zwei selbständigen Eigenschaften gebildet werden, sondern dass es sich dabei um dieselbe Einheit handle (Mutationstheorie, II, p. 373), welche nach seiner Auffassung in dem einen Elter in einem anderen Zustande vorhanden ist als in dem anderen, in dem einen Elter nämlich als aktiv, in dem anderen als latent.

Schon Mendel hat ja infolge des abweichenden Resultates, das die Kreuzung eines roten *Phaseolus* mit einem weissen ergab, die Vermutung ausgesprochen, dass die rote Farbe im genannten Falle aus zwei oder mehreren ganz selbständigen Farben zusammengesetzt sei, von denen jede einzelne für sich mit dem differierenden Merkmale der weissen Farbe bei der Kreuzung eine Verbindung bilde. Es scheint bereits daraus zu folgen, dass die Merkmalspaare nicht aus je zwei selbständigen Einheiten bestehen, denn dann müsste man ja auch für die weisse Farbe zwei oder mehrere selbständige Einheiten annehmen, sondern dass bei jedem Merkmalspaar nur eine Einheit vorhanden ist.

---

[1]) Om nordskandinaviska och andra tidiga hafresorter och försök till deras förbättrande genom individualförädling och korsning. Sver. Utsädesfören. Tidskr. 1907, p. 209. Ref. im Journal f. Landwirtsch. 1908, p. 306. — Något om nuvarande principer vid hösthveteförädlingen på Svalöf. Sver. Utsädesfören. Tidskr. 1908, p. 165.

Die Vermutung Mendels vom Zusammenwirken mehrerer selbständigen Farbenmerkmale, die jede für sich mit weiss ein Merkmalspaar bilden, wurde durch die Untersuchungen de Vries' an *Antirrhinum* bestätigt. [1]) Durch diese ging auch hervor, dass Beispiele von Atavismus bei Kreuzungen sich durch verschiedenes Kombinieren selbständiger Farbenmerkmale erklären lassen.

Über bei Pflanzenkreuzungen hervortretende atavistische Merkmale, die sich nach den Mendelschen Gesetzen verhalten, haben namentlich die Untersuchungen v. Tschermaks nähere Kenntniss gebracht. [2])

Durch Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen konnte Correns Anlagenpaare nachweisen, bei denen die eine Anlage, die »positive», sich im Vorhandensein von Farbstoff, bezw. in der Fähigkeit, den Farbstoff zu modifizieren, äusserte, während »keine Farbstoffbildung» bezw. »keine Modifikation» die andere, antagonistische Anlage kennzeichnete. [3])

Die Untersuchungen der letzten Jahre, besonders von seiten englischer Bastardforscher, wie Bateson, Saunders, Punnett, Lock und Wheldale, haben uns eine immer grössere Zahl von Fällen bei Pflanzen kennen gelehrt, wo Spaltungsverhältnisse, die anfangs sehr verwickelt scheinen, sich erklären lassen, wenn man annimmt, dass die Merkmalspaare durch Anwesenheit und Abwesenheit je einer Einheit gebildet werden. Diese »Presence and Absence Hypothesis» wurde wohl zum ersten Male von Bateson and Punnett im Jahre 1905 deutlich formuliert. [4]) In den späteren Arbeiten der genannten Forscher findet man durchweg denselben Erklärungsgrund, z. B. für die Spaltungsverhältnisse der Blütenfarben bei *Lathyrus odoratus*, *Pisum* und *Antirrhinum*. [5])

In der allgemeinen Darstellung der seit der Wiederentdeckung der Mendelschen Lehre erreichten Resultate der Erblichkeitsforschung, welche Bateson 1906 gegeben hat [6]), spricht er sich in folgender Weise aus (p. 378): »As will be

[1]) Die Zerlegung der Blütenfarben. Die Mutationstheorie, II, 1903, p. 194.

[2]) Die Theorie der Kryptomerie und des Kryptohybridismus. Beih. Botan. Centralbl. XVI, 1904, p. 11.

[3]) Bastardierungsversuche mit Mirabilis-Sippen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XX, 1902, p. 594. — Zur Kenntniss der scheinbar neuen Merkmale der Bastarde. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XXIII, 1905, p. 70.

[4]) A suggestion as to the nature of the »walnut» comb in fowls. Proceed. Cambridge Phil. Soc. XIII, 3, 1905, p. 165.

[5]) Bateson, Saunders and Punnett, Further experiments on inheritance in sweet peas and stocks. Prelim. account. Proceed. Roy. Soc. B. XXVII, 1906, p. 236. — Reports to the evolution committee of the Royal Society. Report III, London 1906.

Lock, On the inheritance of certain invisible characters in peas. Proceed. Roy. Soc. B. LXXIX, 1907, p. 28. — The present state of knowledge of heredity in Pisum. Annals Roy. Bot. Gard. Peradeniya, Vol. IV, 1908, p. 93.

Wheldale, The inheritance of flower colour in Antirrhinum majus. Proceed. Roy. Soc. B. LXXIX, 1907, p. 288.

Eine sehr übersichtliche Zusammenstellung der wichtigeren Forschungsergebnisse der letzten Jahre auf dem Gebiete des Mendelismus ist neuerdings von Baur gegeben. Einige Ergebnisse der experimentellen Vererbungslehre. Beih. zur Medizin. Klinik, IV, 1908, p. 265.

[6]) The progress of genetics since the rediscovery of Mendel's papers. Progr. Rei Botan. I, 1907, p. 368.

evident, especially in cases where colour is concerned, a vast number of the observed facts can be readily represented in terms of the presence and absence of definite factors, and it is quite conceivable that Mendelian inheritance in general may be reducible to such terms; but in view of the difficulties indicated, such expressions must not be adopted with undue haste.» In Bezug auf die Theorie de Vries' von bisexuellen Varietätskreuzungen (= Mendelkreuzungen) und unisexuellen Artkreuzungen, die sich darin unterscheiden sollten, dass bei den Mendelkreuzungen dieselbe Elementareigenschaft bei beiden Eltern, nur in verschiedenen Zuständen der Aktivität, vorhanden wäre, während bei den Artkreuzungen die Elementareigenschaft nur in einem der Eltern vorhanden wäre und also bei der Kreuzung ungepaart liegen würde, bemerkt Bateson ferner (p. 411): »But as knowledge of Mendelian cases has progressed, and as it has been found possible to describe so large a proportion of those cases in terms of the presence and absence of a definite factor, the doubt may be expressed whether it is not rather in the Mendelian phenomena that the determining factors should be regarded as unpaired.» Lock äussert sich in folgender Weise: »In many cases the pair is represented by the presence and absence respectively of a certain definite feature.»[1])

Die von de Vries begründete Auffassung, dass den Merkmalspaaren nicht je zwei verschiedene Anlagen oder Einheiten sondern nur je eine Einheit zugrunde liegt, scheint also durch die stetig wachsende Zahl von Untersuchungen immer mehr bestätigt zu werden. In Bezug auf die Frage, ob in dem negativen Gliede des Merkmalspaares die Einheit wirklich fehlt oder nur latent ist, weichen dagegen die Meinungen noch von einander ab.

Bei den Getreidearten, an welchen meine Kreuzungen ausgeführt worden sind, scheint sich nichts dieser »Presence and Absence Hypothesis» entgegenzustellen. Z. B. in Bezug auf die verschiedenen Spelzenfarben des Hafers liegen die Verhältnisse sehr einfach. Bei Kreuzung zwischen schwarzen und gelben Sorten bilden die beiden Farben keineswegs ein Merkmalspaar, sondern schwarz mit Fehlen von schwarz, und gelb mit Fehlen von gelb. Da bei der schwarzen Sorte die gelbe Farbe, und umgekehrt bei der gelben Sorte die schwarze Farbe fehlt, müssen solche neuen Kombinationen entstehen, die beide Farben entbehren und also weiss werden. Die Annahme, dass die Merkmalspaare das Vorhandensein und Fehlen je einer Einheit bezeichnen, ergiebt sich hier sozusagen von selbst, sobald die Regelmässigkeit in dem Auftreten der neuen Formen konstatiert worden ist.

Unter der Annahme, dass jede Einheit für sich in der Weise spaltet, dass die Gameten die Einheit entweder besitzen oder nicht besitzen, lässt sich die Spaltung der quantitativen Merkmale auch besser verstehen. Die erblichen, konstanten Abstufungen bei den normal selbstbestäubenden Getreidearten, z. B. die Abstufungen der Deckspelzenlänge oder der Resistenz gegen den Gelbrost, bilden dann keineswegs als solche die Merkmalspaare, sondern jeder Abstufung liegen eine oder meh-

[1]) Recent progress in the study of variation, heredity and evolution, London 1907, p. 265.

rere Einheiten zugrunde, welche jede für sich mit dem Fehlen derselben Merkmalspaare bilden. Ebenso wie man aus einer Kreuzung zwischen schwarzen und gelben Sorten weisse Individuen bekommt, wird man dann durch Kreuzung zweier Abstufungen, z. B. der Deckspelzenlänge, deren Unterschied daher rührt, dass sie je eine besondere Einheit besitzen, neue Abstufungen bekommen können. Es können solche Individuen entstehen, die beide die genannten Einheiten entbehren und daher vielleicht kürzere Spelzen als beide Eltern erhalten, und solche, die beide Einheiten auf einmal besitzen und dann vielleicht eine intermediäre (konstant bleibende) Abstufung zeigen. Wenn die Eltern sich hinsichtlich mehrerer Einheiten unterscheiden, können mehrere neue erbliche (homozygote) Abstufungen entstehen, vielleicht sowohl kürzere als längere und intermediäre.[1])

Wie schon oben gesagt, zeigten die Kreuzungsuntersuchungen bald, dass eben eine solche Spaltung die quantitativen Merkmale kennzeichnete. Meine Untersuchungen, die besonders wegen des damit verbundenen praktischen Zieles eine grosse Zahl von Parzellen dritter Generation umfassen, haben demgemäss zuerst bezweckt, durch ein grosses Tatsachenmaterial festzustellen, inwieweit eine solche Bildung neuer erblicher Abstufungen bei Kreuzungen die Regel ist, um dadurch einen orientierenden Einblick in die Einheitskomplexe zu gewinnen.

Die Wirkung jeder einzelnen Einheit festzustellen und die Spaltungszahlen derselben zu ermitteln wird danach natürlich die eigentliche, aber auch gewiss überaus schwierige Aufgabe sein. In Bezug auf die Analyse der Einheitskomplexe stehen wir noch ganz am Anfang. Gewiss ist die Analyse der Blütenfarben, die schon Mendel als eine verlockende Aufgabe hervorhob, durch exakte Untersuchungen weit fortgeschritten, aber hier handelt es sich ja im allgemeinen nur noch um qualitative Unterschiede, die eine Gruppierung der Individuen zweiter Generation zulassen. Wie soll man aber z. B. die Spaltung von Frühreife in der zweiten Generation beurteilen können? Die Individuen derselben konstanten Form entwickeln sich ja keineswegs gleichzeitig. Diese Fluktuation kann unter Umständen ziemlich gross werden und die kleineren, mit der Kreuzungsspaltung zusammenhängenden Differenzen der Beobachtung unzugänglich machen. Gewiss unterscheidet man, wenigstens bei Kreuzung zwischen sehr späten und sehr frühen Sorten, die Spaltung in der zweiten Generation ziemlich gut. Der Versuch aber, die früheren und späteren Individuen, wie etwa verschieden gefärbte Blumen, in bestimmte Gruppen zu klassifizieren, kann leicht die Vorstellung von einer »Einfachheit» in der Spaltung mitbringen, die in Wirklichkeit gar nicht vorhanden ist. So auch bei den meisten anderen formentrennenden Merkmalen, wie Rispen- und Ährentypus, Grössendifferenzen überhaupt u. s. w. Der Umstand, dass man erst auf einer grossen Zahl von Parzellen dritter Generation die Spaltung einigermassen beurteilen kann,

---

[1]) Im Kapitel über die Zerlegung der Blütenfarben (Mutationstheorie, II) bemerkt auch de Vries p. 203: »In den Fällen, wo es in Bezug auf die Statur hohe, mittlere und Zwergvarietäten giebt (z. B. *Antirrhinum majus, Papaver somniferum* u. s. w.) würden vermutlich Kreuzungen solcher Varietäten zu ähnlichen Darlegungen und Synthesen führen können als bei den Blütenfarben».

macht natürlich die Untersuchung der quantitativen Eigenschaften zu einer äusserst umfassenden und mühsamen Arbeit. Man muss daher eher den Weg wählen, sich auf einzelne Merkmale zu beschränken und die Untersuchung von dem Vererbungsverhalten derselben durch eine möglichst grosse Zahl von Parzellen auch in vierter und folgenden Generationen konsequent durchzuführen.

Wenn aber auch über die Wirkung der einzelnen Einheiten bis jetzt nur wenig bekannt ist, lässt sich doch mit Sicherheit der Schluss ziehen, dass an dem Aufbau der Formen sehr viele Einheiten sich beteiligen. Die Zahl der sicher konstatierten von einander unabhängigen Einheiten bei den untersuchten Pflanzenarten wächst stetig. Bei *Pisum,* wo Mendel 7 Merkmalspaare kannte, sind jetzt nach Lock [1]) 13 von einander sicher unabhängige Merkmalspaare konstatiert. Für *Antirrhinum* giebt Baur [2]) 15 in ihrer Wirkung bekannte »Erbeinheiten» an. Bei den Getreidearten giebt es — wie meine Untersuchungen zeigen — in Bezug auf die Farbenmerkmale nicht nur für die verschiedenen Farbenarten je eine Einheit; auch für jede Farbenart kann es, was aus den Spaltungsverhältnissen zweiter und dritter Generation sicher hervorgeht, mehrere ganz selbständige Einheiten geben, die trotzdem in ihrer äusseren Wirkung fast gleich sein können. Für das Ligulamerkmal dürften wenigstens vier Einheiten in Betracht kommen u. s. w.

Der Umstand, dass dieselbe Ausseneigenschaft von verschiedenen selbständigen Einheiten bedingt sein kann, deutet insbesondere darauf hin, dass sehr viele Einheiten sich an dem Aufbau der Formen beteiligen.

Der Umstand, dass die Formendifferenzen von vielen Einheiten bedingt werden, und auch dass eine Spaltung in Bezug auf sämtliche formentrennende Merkmale stattfindet, lässt sich wohl schwerlich mit der Annahme von blosser Latenz der Einheiten in dem negativen Gliede des Merkmalspaares vereinigen, sondern spricht vielmehr für ein wirkliches Fehlen derselben.

Selbstverständlich muss man voraussetzen, dass die meisten Einheiten den verschiedenen Formen derselben »Unterart» oder »Art» gemeinsam sind. Die Vielförmigkeit, Polymorphie, kommt aber dadurch zu stande, dass es eine gewisse Anzahl von Einheiten giebt, die nicht überall vorhanden, nicht allen Individuen gemeinsam sind. Es giebt Landrassen, z. B. von Hafer, die freilich aus sehr vielen Formen bestehen, aber bei denen die verschiedenen Formen nicht sehr stark von einander abweichen. Die Rasse erscheint daher, obwohl nicht gleichförmig, doch in ihrer Gesamtheit charakteristisch, etwa eine Unterart, die von anderen analogen Unterarten sehr gut abgegrenzt sein kann. [3]) Durch Kreuzung verschiedener Formen einer solchen Rasse kann man selbstverständlich nicht über die Grenzen hinaus kommen, die einerseits von der gemeinschaftlichen Grundlage, anderseits von der Kombination,

[1]) The present state of knowledge of heredity in Pisum, l. c. p. 107.

[2]) Einige Ergebnisse der experimentellen Vererbungslehre, l. c. p. 287.

[3]) Den Untersuchungen Atterbergs verdanken wir eine gute Übersicht besonders über die in Skandinavien angebauten alten charakteristischen Haferrassen und deren geographische Verbreitung. — Neues System der Hafervarietäten nebst Beschreibung der nordischen Haferformen. Die landw. Versuchs-Stat. XXXIX, 1891, p. 171.

welche sämtliche Einheiten in sich vereinigt, gesetzt werden, nicht über die »Variationsgrenze der Rasse» hinaus. Es kann ja aber eine sehr grosse Zahl von gemeinsamen Einheiten geben, über welche nur Kreuzungen mit anderen Unterarten Auskunft geben können. In derselben Weise kann man sogar durch nur eine Kreuzung innerhalb der Art fast die ganze bekannte Variation der Art »auslösen» (wie z. B. bei der Deckspelzenlänge beim Hafer), aber über eine gewisse Grenze kommt man nicht hinaus, die Grenze nämlich, die von der gemeinschaftlichen Grundlage, den gemeinsamen Einheiten, bestimmt wird. Über diese Einheiten können wieder nur Kreuzungen verschiedener Arten Kenntniss bringen.

Es ist also nicht sicher, dass eine besonders polymorphe Art auch eine besonders grosse Zahl von Einheiten besitzt. Eine konstante Art kann natürlich ebenso viele Einheiten haben; der Unterschied ist nur, dass die konstante oder fast konstante Art keine, bezw. wenige Einheiten besitzt, die nicht allen jetzt lebenden Individuen gemeinsam sind. Die Arten, Unterarten u. s. w. können, wie de Vries bemerkt, sekundäre Begriffe sein; die Einheiten sind die elementären. Die systematischen Begriffe Unterarten und Arten bezeichnen Gruppen von Individuen, welche eine gewisse (grössere oder kleinere) Zahl von gemeinsamen Einheiten haben, und unterscheiden sich von einander dadurch, dass der einen Art oder Unterart als einem Ganzen eine oder mehrere Einheiten zukommen, die der anderen fehlen.

Z. B. die alten, sehr charakteristischen Unterarten von Hafer, die in verschiedenen Teilen Skandinaviens gebaut werden und besondere geographische Gebiete einnehmen, besitzen jede für sich eine besondere Anzahl von Einheiten, die allen Individuen gemeinsam sind und den charakteristischen Gesamteindruck der Unterart bewirken (obwohl es auch Einheiten giebt, die nicht allen Individuen gemeinsam sind und daher eine gewisse Polymorphie innerhalb der Unterart verursachen). Wie es die Kreuzungen andeuten, unterscheidet sich jede solche Unterart von einer anderen wahrscheinlich in vielen Einheiten, indem der einen Unterart gewisse Einheiten zukommen, die bei der anderen fehlen, und umgekehrt. Durch Kreuzung zweier Unterarten können, wenn die trennenden Einheiten sämtlich mendeln, ja alle möglichen Kombinationen dieser Einheiten eintreten, und die Grenzen zwischen den Unterarten werden dadurch ganz verwischt. Wie die Abgrenzungen der geographischen Unterarten zu stande kommen, darüber kann man, so lange es an empirischen Erfahrungen mangelt, nur Vermutungen aussprechen. Dass aber die genannten Unterarten stets Komplexe von vielen mendelnden Einheiten ausmachen, darüber kann kein Zweifel bestehen.

Dass die Organismen Aggregate von selbständigen Einheiten sind, ist eine Auffassung, die sich durch die Forschungen Mendel's und seiner Nachfolger immer mehr befestigt hat. Erst von der Zukunft können wir jedoch über die wirkliche Natur der Spaltung ebenso wie über die Frage, inwieweit die Differenzen zwischen den Arten von mendelnden oder nicht mendelnden Einheiten herrühren, nähere Aufklärung erwarten.

Das Mendeln muss aber als eine für die Anpassung sehr bedeutungsvolle Einrichtung angesehen werden. Wenn von zwei Formen jede eine Einheit besitzt, die bei der anderen fehlt, dann könnten bei Kreuzung dieser zwei Formen, wenn bei den Bastarden eine Aufteilung in Gameten mit und ohne die Einheit nicht stattfände, sondern alle Gameten beide Einheiten besässen, freilich solche neue Formen entstehen, bei denen beide Einheiten vereinigt wären, aber nicht solche, bei denen beide Einheiten fehlten. Nicht mendelnde Einheiten könnten durch Kreuzungen nur angehäuft werden; der entgegengesetzte Weg wäre unmöglich. Aber die Anpassung an die Aussenwelt kann gewiss nicht nur durch Anhäufung vorteilhafter Einheiten zustande kommen, sondern auch durch Wegfallen solcher Einheiten, die unter den betreffenden äusseren Verhältnissen unvorteilhaft sind. [1]) Durch das Mendeln wird ebenso eine Reduzierung der Einheitszahl wie eine Vermehrung derselben ermöglicht.

Es geht wohl hieraus am besten hervor, wie wichtig die »Presence and Absence Hypothesis» als Erklärungsprinzip ist. Sowohl aus den genannten Erwägungen als auch aus dem sich immer mehr vermehrenden Tatsachenmaterial wird man zu der Auffassung gelangen, dass die Spaltung stets eine Aufteilung in Gameten, welche die Einheit besitzen, und solche, die dieselbe nicht besitzen, bezeichnet. An der Gemeingültigkeit dieses Prinzips dürfte wohl kaum mehr gezweifelt werden können.

Eine Schwierigkeit wird allerdings zunächst darin bestehen, dass man nicht immer gleich entscheiden kann, welches von den antagonistischen äusseren Merkmalen das positive bezw. das negative ist, d. h. welches das Vorhandensein bezw. das Fehlen der Einheit bezeichnet. In Bezug auf sichtbare Farbenmerkmale liegen die Verhältnisse im allgemeinen noch relativ einfach. Schwarze oder gelbe Spelzenfarbe beim Hafer z. B. bezeichnet natürlich Vorhandensein der Einheiten für die schwarze bezw. gelbe Farbe; weisse Spelzenfarbe bezeichnet Fehlen beider Einheiten. Vorkommen von Behaarung, Begrannung, Ligula u. s. w. bedeutet Vorhandensein gewisser Einheiten für diese Eigenschaften, Fehlen von Behaarung etc. Fehlen der betreffenden Einheiten. Bei Grössendifferenzen liegt es z. B. wohl am nächsten, die reduzierten Zwergformen als die relativ einfacheren Formen anzusehen, die durch Fehlen gewisser bei den hochwüchsigen Formen vorhandener Einheiten gekennzeichnet sind. »The tall pea is a dwarf to which has been added the factor for tallness.» [2]) In Bezug auf Formendifferenzen erheben sich dagegen grössere Schwierigkeiten. Es hat sich jedoch indirekt feststellen lassen, dass z. B. der einseitwendige Fahnentypus beim Hafer den negativen, durch Fehlen gewisser Einheiten gekennzeichneten Typus darstellt, während der allseitwendige Rispentypus das Vorhandensein einer grösseren oder kleineren Zahl Einheiten bezeichnet, welche die ausgespreizte Stellung der Rispenäste verursachen (vrgl. näher unten).

---

[1]) Die Frage der Einheiten, der Anpassung und des Prinzips der Fremdbestäubung habe ich in dem Aufsatze: Einige Ergebnisse von Kreuzungen bei Hafer und Weizen (Botan. Notiser 1908), p. 219, behandelt.

[2]) PUNNETT, Mendelism, 2 Edit., Cambridge 1907, p. 42.

Ob bei den Heterozygotindividuen (d. h. denjenigen Individuen, welche aus der Verbindung zweier Gameten hervorgegangen sind, von denen die eine die Einheit besitzt, die andere die Einheit nicht besitzt) das Vorhandensein einer Einheit über das Fehlen derselben dominiert oder umgekehrt, scheint mir eine Frage von untergeordneter Bedeutung zu sein. Die Abschwächung in der Wirkung der Einheit bei den Heterozygotindividuen, die bei Kreuzungen eine gewöhnliche oder sogar fast regelmässige Erscheinung ist, steht ja im besten Einklang damit, dass diese Individuen von je zwei Gameten abstammen, von denen nur die eine die Einheit besitzt, mag auch die Abschwächung bisweilen so weit gehen, dass die Heterozygoten von denjenigen Individuen, denen die Einheit fehlt, äusserlich nicht sicher unterschieden werden können. Bei der gelben Spelzenfarbe des Hafers scheinen die Heterozygotindividuen oft weiss oder nur sehr schwach gelblich, in anderen Fällen jedoch deutlich gelblich. Grannenlosigkeit der Ähren beim Weizen dominiert über Begrannung, doch nicht absolut; bisweilen sind die Grannen schwach angedeutet oder teilweise sogar ziemlich lang. Von der Dominanz oder Rezessivität wird man wohl also keine sichere Aufklärung über die Frage bekommen können, ob ein bestimmtes äusseres Merkmal das Vorhandensein oder das Fehlen einer Einheit bezeichnet. Infolge Dominanz des Ährentypus des Triticum compactum über lockere Landesweizentypen war ich geneigt, den vorigen als den positiven zu betrachten. [1]) Gewisse Analogieschlüsse sprechen doch für die entgegengesetzte Auffassung.

Die Kreuzungen, welche im folgenden besprochen werden, sind grösstenteils zwischen Pedigreesorten (d. h. nach einer einzelnen Pflanze gezüchteten reinen Sorten, »reinen Linien») ausgeführt worden. [2]) Diese Pedigreesorten waren im allgemeinen vorher mehrere Jahre hindurch in Bezug auf Konstanz geprüft worden. Die konstanten Pedigreesorten der normal selbstbestäubenden Getreidearten sind als verschiedene Konstantkombinationen von Einheiten anzusehen, und erst solche bieten eine exakte Grundlage für Kreuzungen. Sorten, die eine Mischung von verschiedenen Kombinationen = Formen darstellen, sind für die Untersuchung des Verhaltens quantitativer Eigenschaften schon deshalb ungeeignet, weil ja die verschiedenen Formen verschiedene erbliche Abstufungen der zu untersuchenden Eigenschaften bezeichnen können. Dazu kommt noch, dass anscheinend gleiche Ausseneigenschaften von differenten Einheiten herrühren können. Verschiedene Kreuzungen zwischen zwei solchen Sorten, die nicht aus einer einzigen sondern aus mehreren Kombinationen bestehen, können also verschiedenes Resultat geben. Ausserdem lässt sich ein exakter Vergleich mit den Elternkombinationen nicht durchführen.

Die Vielförmigkeit der normal selbstbestäubenden Getreiderassen ist eigentlich als ein Spezialfall der nicht von äusseren Faktoren bedingten individuellen Varia-

---

[1]) Einige Ergebnisse von Kreuzungen bei Weizen und Hafer, l. c. p. 280.

[2]) Der Kürze wegen werden im folgenden die Pedigreesorten nur unter ihren Stammbuchsnummern (0101, 0353 etc.) aufgeführt.

tion der Fremdbestäuber anzusehen [1]), indem die Formen die konstant bleibenden Kombinationen nach Kreuzungen bezeichnen. Wenn Selbstbestäubung das normale ist, müssen nämlich in der Nachkommenschaft nach natürlichen Kreuzungen (die ja auch bei Selbstbestäubern ab und zu vorkommen) die »Spalter» prozentisch immer mehr abnehmen, und — wenn keine neuen natürlichen Kreuzungen hinzukommen — zuletzt von einem gewissen Areal ganz verschwinden. Die Konstanz der zurückbleibenden Formen hat also, wenn die Einheiten selbst nicht verändert werden, und wenn weder neue Einheiten spontan hinzukommen noch schon vorhandene Einheiten spontan wegfallen, an sich nichts Merkwürdiges.

Eine Tatsache ist es jedoch, dass natürliche Kreuzungen bei Hafer und Weizen vorkommen, und es ist deshalb nicht zu erwarten, dass die aus einer Population separierten Pflanzen immer konstante Nachkommenschaft geben sollten. Die zu diesen Versuchen benutzten Pedigreesorten waren jedoch in der Regel mehrere Jahre hindurch einer fortgesetzten Auslese unterworfen worden, indem jedes Jahr eine einzige Pflanze zum fortgesetzten Anbau der Sorte ausgewählt wurde (iterierte Pedigreezüchtung). Eine vollständige Konstanz auch solcher Pedigreesorten darf jedoch nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden. Eine nähere Darstellung davon soll, wo dies nötig ist, bei der Besprechung der einzelnen Eigenschaften im folgenden gegeben werden.

Mit Sicherheit darf man aber behaupten, dass solche Pedigreesorten normal selbstbestäubender Arten das beste Ausgangsmaterial für Untersuchungen über die Einheiten mittelst Kreuzungen dabieten.

Inwieweit und wann bei den Getreidearten neue Formen aus den schon vorhandenen spontan entstehen, ist eine Frage, die ausserhalb des Gebietes der hier zu besprechenden Untersuchungen liegt. Im Grunde wird es sich dabei darum handeln, ob neue Einheiten entstehen, was bis jetzt, obwohl wahrscheinlich, doch experimentell nicht nachgewiesen worden ist. Auch wird sich die Frage einstellen, wie und wann neue Einheiten entstehen. Spontanes Auftreten von neuen Formen ist, besonders beim Winterweizen, keine seltene Erscheinung; die Schwierigkeit ist jedoch, wie auch de Vries [2]) hervorhebt, in jedem einzelnen Falle zu entscheiden, ob solche neue Formen von natürlichen Kreuzungen herrühren oder nicht, um so mehr als die sofortige Konstanz oder Spaltung der neu auftretenden Eigenschaften in Bezug auf diese Frage nichts beweist. [3])

Schon Rimpau [4]) hat die Rolle betont, die natürliche Kreuzungen bei dem Entstehen abweichender Formen in Weizensorten spielen, und eine Reihe von Fällen angeführt, wo die Abweichungen ganz zweifellos durch Befruchtung seitens

[1]) Vrgl. meinen Aufsatz: Om lifstyper och individuell variation. Botan. Notiser 1907, p. 113.

[2]) Die Svalöfer Methode zur Veredelung landwirtsch. Kulturgewächse etc. Archiv f. Rassen- und Gesellsch.-Biol. III, 1906, p. 325.

[3]) Vrgl. meinen Aufsatz: Något om korsningar och deras betydelse för förädlingsarbetena med hösthvete. Sver. Utsädesfören. Tidskr. 1906, p. 309. Ref. in Journ. f. Landwirtsch. 1908, p. 299.

[4]) Kreuzungsprodukte landwirtsch. Kulturpfl. Sonderabdruck aus: Landwirtsch. Jahrb. 1891.

benachbarter Sorten zu erklären waren. Auf Grund mehrjähriger Erfahrung kann ich in diesem Punkt der Ansicht Rimpaus nur beistimmen. Es kann gar kein Zweifel darüber obwalten, dass ein grosser Teil der auf Versuchsfeldern so oft entstehenden Abweichungen bei Winterweizensorten durch Kreuzung mit anderen dort gebauten Sorten zu stande kommt. Wie unten bei der Besprechung der einzelnen Eigenschaften näher erörtert werden soll, lässt es sich mehrmals deutlich nachweisen — besonders wenn das abweichende Individuum sich gleichzeitig in mehreren selbständigen Merkmalen von den typischen Individuen der Sorte unterscheidet — dass eine natürliche Kreuzung mit einer benachbarten Sorte stattgefunden haben muss.

Für die grosse Bedeutung natürlicher Kreuzungen sprechen auch mehrere andere Tatsachen. Sehr auffallend ist es mir z. B. mehrmals erschienen, dass begrannte und behaarte Sorten relativ stark »variieren», indem unbegrannte bezw. unbehaarte Abweichungen bei ihnen häufiger entstehen als begrannte und behaarte Abweichungen bei unbegrannten bezw. unbehaarten Sorten. Wenn die Abweichungen infolge natürlicher Kreuzungen entstehen, ist dies aber ziemlich natürlich, denn in den Versuchsfeldern wurden stets unbegrannte und unbehaarte Formen in weit grösserer Anzahl als begrannte und behaarte angebaut, und die Möglichkeit ist deshalb viel grösser, dass die begrannten und behaarten Formen von unbegrannten und unbehaarten bestäubt wurden, als umgekehrt. Dazu kommt aber noch der sehr wichtige Umstand, dass die auftauchenden neuen Formen sehr oft auf einmal in mehreren selbständig spaltenden Merkmalen abweichen, was sich mit der Annahme von spontaner Entstehung sehr schwierig vereinigen lässt.

Trotzdem darf wohl nicht bezweifelt werden, dass auch ganz spontane Abweichungen neben natürlichen Kreuzungen vorkommen. Nur ist die sofortige Konstanz oder die Inkonstanz der gefundenen Abweichungen nicht, wie bis jetzt in der Literatur meistens angegeben, ein Kriterium für ihre wirkliche Natur. Dem Scharfblick Rimpaus konnte es nicht entgehen, dass auch gewisse Abweichungen, die nicht durch natürliche Kreuzung erklärt werden konnten, sich nicht sofort konstant zeigten (vrgl. l. c. p. 6). Solche Fälle erscheinen in neuer Beleuchtung, nachdem de Vries den wichtigen Nachweis gegeben hat, dass spontane Variationen = Mutationen als Bastarde entstehen [1]) und also in Bezug auf mendelnde Merkmale dieselbe Spaltung wie natürliche Kreuzungen zeigen müssen.

Erst künftige Forschungen können also diese Frage näher aufklären. Hier sei übrigens nur hervorgehoben, dass solche spontan auftretende Formen, mögen sie aus natürlichen Kreuzungen herrühren oder nicht, jedenfalls so selten sind, dass sie auf die Kreuzungsuntersuchungen nicht störend einwirken.

[1]) Die Mutationstheorie II, p. 503.

Die gekreuzten Merkmale.

A. Farbenmerkmale.

1. Farbe der Blütenspelzen beim Hafer.

Die Versuche RIMPAUS[1]), welche allerdings beim Hafer nur vermutete spontane, nicht experimentell gemachte Kreuzungen umfassen, lehrten u. a., dass bei den Bastarden zwischen schwarz- und weissspelzigen Sorten die schwarze Farbe prävaliert, dass die Nachzucht der Bastarde, d. h. die zweite Generation, ein Gemisch von schwarzen, braunen und weissen Pflanzen ergiebt, und dass beim separaten Aussäen der drei Gruppen nur die weissen Pflanzen sich in der folgenden Generation konstant erhalten. Nach der Wiederentdeckung der MENDELschen Lehre von der gesetzmässigen Vererbungsweise der Bastarde hat bis jetzt nur WILSON[2]) etwas ausführlicher über seine Bastardierungsversuche an Hafer berichtet. In Bezug auf die Spelzenfarbe stellte sich bei zwei von seinen Kreuzungen, Black Tartarian × × weissspelzige Sorten, das gewöhnliche Mendelsche Verhältniss 3 schwarz (tiefer und heller schwarz) : 1 weiss heraus. Eine dritte Kreuzung zwischen derselben schwarzspelzigen Sorte und einer gelbspelzigen ergab 3 schwarz : 1 weiss. Als weiss wurden aber dann alle nicht schwarzen Pflanzen bezeichnet; ebenso wie die verschiedenen Stufen der schwarzen—braunen Farbe als »schwarz» zusammengefasst wurden, erschien es angezeigt, die gelben—gelblichen—weisslichen Pflanzen in eine Gruppe zu vereinigen, die als »weiss» bezeichnet wurde.

Die Schwierigkeiten, gelb von weiss zu trennen, werden unten näher behandelt. Trotzdem ist es eine Tatsache, dass die gelbe Spelzenfarbe beim Hafer eine ebenso konstante und charakteristische Sorteneigenschaft wie die schwarze und weisse sein kann. Ausser den genannten drei Spelzenfarben giebt es bekanntlich noch eine vierte, nämlich die auch sehr charakteristische und von den anderen Spelzenfarben qualitativ wohl unterscheidbare graue Farbe. Ferner giebt es sowohl von der gelben und grauen als auch insbesondere von der schwarzen—braunen Farbe mehrere gut unterscheidbare, erbliche und konstante Abstufungen. In Bezug auf die letztgenannte Farbe giebt es ja einerseits tief kastanienbraune und anderseits sogar hell zimtbraune Formen. Diese Extreme werden durch intermediäre Formen verbunden, und sämtliche vererben völlig konstant ihre charakteristische Farbe.

---

[1]) l. c.

[2]) The hybridisation of cereals. Journ. of Agricult. Science, II, 1, 1907, p. 68.

Meine Kreuzungen beziehen sich auf sämtliche vier Spelzenfarben. Es wurden folgende verschiedene Arten von Kreuzungen gemacht: schwarz × weiss, gelb × weiss, grau × weiss, schwarz × gelb und gelb × grau. Nur Kreuzungen zwischen schwarz- und grauspelzigen Formen sind bis jetzt nicht ausgeführt worden.

a. *Schwarz × weiss.*

Seit dem Jahre 1900 habe ich 13 Kreuzungen zwischen verschiedenen schwarz- und weissspelzigen Sorten in der zweiten Generation, F_2, und zum Teil auch in der dritten, F_3, und folgenden Generationen untersucht. [1]) Jede Kreuzung wurde in der Regel auf wenigstens 10 Blumen gemacht, die Befruchtung gelang aber nur in einer oder in wenigen Blumen. Die Samen jedes Individuums der ersten Generation wurde auf getrennten Parzellen (*a*, *b*, u. s. w.) vermehrt. Die erste Sorte in den Verbindungen 0202 × 0926 etc. bezeichnet im folgenden stets die Muttersorte, die zweite die Vatersorte. Über die Herkunft etc. der bei den Kreuzungen angewandten Pedigreesorten, siehe näheres in einem besonderen Kapitel am Schluss.

Neun von den Kreuzungen schwarz × weiss dürften sich in Bezug auf die Spaltung in F_2 sämtlich an das gewöhnliche monohybride Verhältniss 3 schwarz : 1 weiss anschliessen, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

Eltern	Farbe des F_1-Individuums	F_2 Anzahl von Individuen			Anzahl separat ausgesäter Individuen von F_2		F_3 Anzahl von Parzellen		
		schwarz	weiss	Anzahl schwarzer Individuen auf 1 weisses	schwarz	weiss	konstant schwarz	Spaltung schwarz–weiss	konstant weiss
0202 schwarz × 0926 weiss	braun	202	50	4.0	8	6	3	5	6
0202 » × 0950 »	»	106	34	3.1	—	—	—	—	—
0301 weiss × 01002 schwarz, *a*	hellbraun	357	94	3.8	—	—	—	—	—
» » × » » *b*	»	86	22	3.9	86	22	36	50	22
0301 » × 0202 » *a*	»	183	59	3.1	—	—	—	—	—
» » × » » *b*	sehr hell braun	165	46	3.6	—	—	—	—	—
0401 schwarz × 0950 weiss	braun	174	59	2.9	10	8	3	7	8
01002 » × 0700 »	»	323	144	2.2	—	—	—	—	—
01002 » × 0950 » *a*	»	221	64	3.5	2	2	1	1	2
» » × » » *b*	»	230	56	4.1	2	1	1	1	1
» » × » » *c*	»	231	88	2.6	3	1	1	2	1
0353 weiss × 0401 schwarz	»	86	33	2.6	86	33	26	60	33
0353 » × 0487 »	»	104	46	2.3	—	—	—	—	—
	Summa	2468	795	3.1					

[1]) Auf die jetzt gebräuchliche, von den englischen Bastardforschern vorgeschlagene Weise wird die erste Generation (Bastardgeneration) als F_1, die zweite (Spaltungsgeneration) als F_2, die dritte als F_3 u. s. w. bezeichnet.

Bei diesen neun Kreuzungen wurden in F_2 nur schwarz- und weissspelzige Individuen gebildet. Die genannten schwarzspelzigen Sorten besitzen nur die schwarze Farbenelementareigenschaft und keine andere, die durch die schwarze Farbe verborgen wird. Die Kreuzungen sind in Bezug auf die Farbe der Spelzen monohybrid. Die schwarze Farbe (S) bildet mit dem Fehlen derselben (s = weiss) ein Merkmalspaar. Es werden also nur zwei Arten von Gameten gebildet, S und s, und nur vier Verbindungen von Gameten sind möglich, $S \times S$, $S \times s$, $s \times S$ und $s \times s$. Da die Heterozygoten $S \times s$ und $s \times S$ freilich die schwarze Farbe abgeschwächt zeigen, aber doch immer mit Sicherheit von den homozygoten weissen, $s \times s$, getrennt werden können, soll das Verhältniss in der zweiten Generation hier das gewöhnliche, 3 schwarz : 1 weiss, werden.

Zusammen haben die Kreuzungen in F_2 2468 schwarze und 795 weisse Individuen ergeben, = 3.1 schwarz : 1 weiss, was ja mit dem theoretisch erwarteten Verhältnisse sehr gut übereinstimmt. Dagegen sind die Schwankungen zwischen verschiedenen Kreuzungen und auch zwischen verschiedenen Linien derselben Kreuzung ziemlich gross (2.2 : 1 —4.1 : 1). Dass diese Schwankungen wohl nicht ausschliesslich von dem zufälligen Zusammentreffen der Gameten herrühren, scheint aus der dritten Generation hervorzugehen. Bei der Kreuzung 0301 × 01002 *b* sind die weissspelzigen Individuen der zweiten Generation im Verhältniss zu den schwarzen zu selten, 1 : 4 statt 1 : 3. Wäre dies nur die Folge des zufälligen Zusammentreffens der in gleicher Zahl zur Befruchtung gelangenden Gameten S und s, so sollte natürlich, wenn s und s nicht oft genug zusammentreffen, auch $S \times S$ in entsprechendem Masse seltener eintreffen; dagegen sollte die relative Zahl von $S \times s$ und $s \times S$ natürlich erhöht werden. Die konstant schwarzen Parzellen dritter Generation, die aus der Vereinigung $S \times S$ hervorgehen, sollten m. a. W. nicht zahlreicher werden als die konstant weissen, welche von $s \times s$ herrühren. Aber statt dessen sehen wir, dass die relative Zahl der konstant schwarzen Parzellen (im Verhältniss zu den spaltenden) nicht verringert sondern im Gegenteil erhöht wird.

Dies deutet darauf hin, dass die Gameten nicht immer in ganz gleicher Zahl vorhanden sind, und dass diese Schwankungen auf das Verhältniss 3 : 1 einen gewissen Einfluss haben können. In diesem Fall dürften die schwarzen Gameten etwas zahlreicher als die weissen gewesen sein.

Bei der Kreuzung 0353 × 0401 sehen wir, obwohl weniger deutlich ausgesprochen, das umgekehrte Verhältniss. Hier sind die weissspelzigen Individuen zu zahlreich, aber die homozygoten schwarzspelzigen Individuen $S \times S$ werden — wie aus der dritten Generation hervorgeht — nicht in entsprechendem Masse zahlreicher, sondern im Gegenteil etwas zu selten im Verhältniss zu den spaltenden, gerade so wie es sein muss, wenn die schwarzen Gameten in etwas geringerer Zahl als die weissen gebildet werden.

Auch bei Kreuzung zwischen denselben Eltern schwankt, wie gesagt, das Verhältniss zwischen schwarz- und weissspelzigen Individuen in der zweiten Generation. Die Kreuzung 01002 × 0950 zeigt ja in einem Fall das Verhältniss 4.1 : 1,

also zu zahlreiche schwarzspelzige Individuen, in einem anderen Fall dagegen das Verhältniss 2.6 : 1, wo der schwarzspelzigen Individuen also zu wenige sind. Es zeigt sich nun, dass die tiefbraunen, der Vatersorte ähnlichen, wahrscheinlich homozygoten Individuen, wenn die weissen zu selten sind, relativ zahlreich werden und umgekehrt:

a. F_2.	84	tiefer	braun,	137	heller	braun,	64	weiss.
b. »	84	»	»	146	»	»	56	»
c. »	60	»	»	171	»	»	88	»

Das Verhalten dieser Kreuzung spricht also auch dafür, dass die schwarzen und weissen Gameten, die zur Befruchtung gelangen, von etwas ungleicher Zahl sind.

Bei der Kreuzung 0301 × 01002 *b* zeigten die 50 spaltenden Parzellen dritter Generation folgende Zahlen:

	Schwarz	Weiss		Schwarz	Weiss		Schwarz	Weiss
1.	39	15	18.	19	7	35.	36	12
2.	20	2	19.	32	11	36.	33	13
3.	23	9	20.	121	38	37.	24	7
4.	43	18	21.	39	15	38.	10	2
5.	53	11	22.	23	8	39.	11	3
6.	17	4	23.	49	17	40.	66	20
7.	22	7	24.	12	6	41.	68	16
8.	68	22	25.	34	10	42.	21	8
9.	23	4	26.	30	6	43.	10	5
10.	17	7	27.	30	7	44.	16	3
11.	14	6	28.	28	8	45.	20	4
12.	38	12	29.	38	13	46.	25	10
13.	13	7	30.	14	4	47.	49	11
14.	48	21	31.	16	5	48.	37	13
15.	25	12	32.	15	4	49.	66	29
16.	23	5	33.	9	5	50.	103	20
17.	13	5	34.	13	5	Summa	1616	512

Bei einer so geringen Zahl von Individuen wie bei den meisten dieser Parzellen werden natürlich die Abweichungen vom Verhältniss 3 : 1 ganz zufällig. Es lohnt sich jedoch, bei einer so grossen Zahl von Parzellen zu untersuchen, wie oft die relativen Zahlen der schwarzspelzigen Individuen oberhalb oder unterhalb 3.0 liegen, und wir finden dann, dass sie in 25 Fällen höher, in 24 Fällen niedriger als 3.0, in einem Fall (35) gerade 3.0 sind. Es scheint also gar keine bestimmte Tendenz bei dieser Kreuzung zu bestehen, die schwarzspelzigen Individuen in zu grosser oder zu kleiner Zahl zu bilden. Das durchschnittliche Verhältniss sämmtlicher Parzellen, 1616 : 512 = 3.2 : 1, stimmt ja auch mit dem theoretisch erwarteten Verhältnisse sehr gut überein.

Die übrigen Kreuzungen, bei denen Spaltungszahlen von Parzellen dritter Generation ermittelt wurden, ergaben folgende Zahlen:

			schwarz	weiss
0202 × 0926		1.	48	28
»	»	2.	52	20
»	»	3.	32	14
»	»	4.	27	10
»	»	5.	18	6
	Summa		177	78 =
			= 2.3 : 1	

			schwarz	weiss
0401 × 0950		1.	18	7
»	»	2.	48	4
»	»	3.	20	6
»	»	4.	71	31
»	»	5.	41	15
»	»	6.	29	10
»	»	7.	34	15
	Summa		261	88 =
			= 3.0 : 1	

			schwarz	weiss
01002 × 0950,		*a*.	43	13 =
»	»		= 3.3 : 1	
»	»	*b*.	73	32 =
»	»		= 2.3 : 1	
»	»	*c*, 1.	42	15
»	»	» 2.	56	21
Summa von *c*			98	36 =
			= 2.7 : 1	

Auch bei diesen Kreuzungen zeigt sich also kein Wiederholen des Verhältnisses der zweiten Generation. Auch wenn die Abweichungen vom Verhältnisse 3 : 1 teilweise auf einer etwas ungleichen Zahl von Gameten beruhen, was nach dem oben gesagten nicht ganz unwahrscheinlich ist, so ist diese ungleiche Zahl von Gameten also nicht aus irgend einem Einfluss der Eltern herzuleiten, sondern wohl als eine mehr zufällige Erscheinung zu betrachten.

Das Mendelsche Verhalten — Bildung der beiden Arten von Gameten desselben Merkmalspaares in je gleicher Zahl (1 : 1) — bleibt wohl also von solchen ziemlich kleinen Schwankungen im grossen und ganzen unberührt.

Bei den aus heterozygoten Verbindungen $S \times s$ und $s \times S$ hervorgegangenen Individuen ist in der Regel die schwarze Farbe teils mehr teils weniger abgeschwächt. Die Individuen der ersten Generation zeigen also meistens eine hellere schwarze Farbe als die Elternsorte, und in der F_2 können die Heterozygoten $S \times s$ und $s \times S$ oft ziemlich gut von den Homozygoten $S \times S$ an ihrer helleren Farbe unterschieden werden. Von der Kreuzung 0301 × 01002 *b* wurden die 86 schwarzspelzigen Individuen der F_2 nach der Tiefe der Farbe in zwei Gruppen aufgeteilt. Zu der ersten Gruppe, *a*, mit tiefer schwarzen Spelzen wurden 19 Individuen gerechnet, zu der zweiten Gruppe, *b*, mit heller schwarzen Spelzen 67 Individuen.

a. 19 Individuen. In F_3 zeigten sich 17 konstant schwarz, 2 spalteten.
b. 67 » » » » » 19 » » 48 »

Von den tiefer schwarzspelzigen Individuen erwiesen sich also fast alle als konstant schwarz. Von den heller schwarzspelzigen spalteten dagegen die meisten; etwa ein Drittel zeigte jedoch konstante Nachkommenparzellen. Von den letztgenannten hatten mehrere, ebenso wie ihre Mutterpflanzen, die schwarze Farbe stark abgeschwächt, und zwar bei sämtlichen Pflanzen der Parzelle, obwohl bisweilen mehr oder weniger bei verschiedenen Pflanzen. Überhaupt zeigten von den insgesamt 36 konstanten Parzellen nur einzelne eine ganz so tiefe Farbe wie die Elternsorte 01002, aber dann kaum bei sämtlichen Pflanzen; und bei 11 von denselben war die schwarze Farbe sehr stark abgeschwächt, hellbraun. Ein Teil der 36 Parzellen

zeigte hingegen deutliche Spaltung in tiefer — heller gefärbte Individuen. Von den 11 Parzellen wurden 4 wieder ausgesät und wiederholten in F_4 ebenso deutlich die hellbraune Farbenstufe. Die genannten Farbenabschwächungen sind also durchaus nicht zufällig, sondern sicher erblich, wenn auch Spaltungen der Farbennuance innerhalb engerer oder weiterer Grenzen in F_3 und F_4 fortwährend stattfinden können und wie gewöhnlich sich nur durch fortgesetzte Individualzucht beseitigen lassen.

Im Durchschnitt haben zwar die Heterozygoten $S \times s$ und $s \times S$ die schwarze Farbe am meisten abgeschwächt, aber auch viele Homozygoten $S \times S$ zeigen in geringerem Masse dieselbe Erscheinung. Es entstehen also schon bei einfacher monohybrider Spaltung andere erbliche Abstufungen der schwarzen Elementareigenschaft als diejenige des Elters. Freilich ist die schwarze Farbeneinheit entweder vorhanden oder nicht; aber wenn sie vorhanden ist, kann der Grad ihrer sichtbaren Ausbildung stark schwanken, nicht nur je nach äusseren Verhältnissen (Veränderungen, die jedoch nicht als erblich erwiesen sind), sondern auch wahrscheinlich infolge des Einflusses anderer Eigenschaftskombinationen, die durch die Kreuzung gebildet werden. Solche erbliche Abstufungen einer Eigenschaft sind also als eine Folgeerscheinung des verschiedenartigen Zusammentretens ganz anderer Eigenschaften zu betrachten. Auch solche Abstufungen sind, wenn sie konstant geworden, treu erblich und verändern sich nicht im Laufe der Generationen. Von einer Kreuzung Propsteier × Schwarz. Tartar. Fahnenhafer wurden in den Jahren 1896—1898 mehrere Formen reinkultiviert, die eine ganz entsprechende, konstant hellere Spelzenfarbe als die schwarzspelzige Elternsorte aufwiesen, und diese Formen haben ihre charakteristische Farbennuance seitdem treu behalten.

Bei der Kreuzung 0353 weiss × 0401 schwarz wurden die 86 schwarzspelzigen Individuen der F_2 je nach der Ausbildung der schwarzen Farbe gradiert. 1 bezeichnet die schwächste Ausbildung der schwarzen Farbe (hell zimtbraun); 4 bezeichnet die stärkste Ausbildung (tief kastanienbraun wie bei 0401) und 2, 3 die Zwischenstufen.

Grad			in F_3 waren	konstant,	spalteten.
Grad	1,	10 Individuen;	in F_3 waren	0 konstant,	10 spalteten.
»	1—2,	1 »	» » »	0 »	1 »
»	2,	53 »	» » »	10 »	43 »
»	2—3,	3 »	» » »	2 »	1 »
»	3,	13 »	» » »	9 »	4 »
»	4,	5 »	» » »	4 »	1 »
»	4+,	1 »	» » »	1 »	0 »
				26	60

Es ist also hier das gleiche Verhältniss. Die heterozygoten Individuen mit Spaltung in F_3 zeigen durchschnittlich eine schwächere Ausbildung der schwarzen Farbe; die allermeisten Individuen haben Grad 1 und 2. Die homozygoten

Individuen, mit Konstanz in F_3, zeigen dagegen sämtlich Grad 2—4. Vier von diesen sind ebenso tief gefärbt wie die Elternsorte 0401 (1 vielleicht sogar etwas tiefer, 4 +), aber bei den meisten homozygoten Individuen ist auch bei dieser Kreuzung die schwarze Farbe abgeschwächt, bei den zehn mit Grad 2 sogar ziemlich beträchtlich.

Auf ähnliche Weise haben sich auch die meisten anderen Kreuzungen schwarz × weiss verhalten.

0202 × 0926.	F_2,	Farbe	tiefbraun wie bei 0202,	4	Individ.;	F_3,	3	konstant schwarz,	1	spalt.
» »	»	»	hellbraun,	4	»	»	0	» »	4	»
0401 × 0950.	»	»	tiefbraun wie bei 0401,	4	»	»	3	» »	1	»
» »	»	»	hellbraun,	6	»	»	0	» »	6	»
01002 × 0950.	»	»	tiefbraun etwa wie bei 01002,	3	»	»	3	» »	0	»
» »	»	»	hellbraun,	4	»	»	0	» »	4	»

Auch hier sind also im allgemeinen die heterozygoten Individuen heller gefärbt. Von den als konstant schwarz bezeichneten Parzellen der F_3 zeigten einzelne die Spaltung tiefbraun–hellbraun. Es werden also auch hier bei den Homozygoten $S \times S$ hellere Abstufungen der schwarzen Farbe gebildet.

Überhaupt besteht eine Schwierigkeit für die praktische Züchtung darin, dass man bei vielen Kreuzungen schwarz × weiss ziemlich selten Kombinationen mit ebenso tiefer Farbe wie bei der schwarzspelzigen Elternsorte bekommt. Aber bei gewissen Kreuzungen verhält es sich nicht so. Bei der unten näher erörterten Kreuzung 0353 × 0668 waren die F_2-Individuen mit ebenso oder wenigstens annähernd so tiefer Färbung wie bei 0668 ziemlich häufig, einige waren sogar entschieden tiefer gefärbt und vererbten deutlich dies Plus der Farbe. Es ist übrigens leicht verständlich, dass, wenn der Farbegrad von anderen Eigenschaftskombinationen beeinflusst wird, durch Vereinigung der Elterneigenschaften ebensowohl solche Kombinationen zu stande kommen können, die einen erhöhten Farbegrad bewirken, als solche, die eine hellere Nuance der Elementareigenschaft mitbringen.

Es scheint aber, als ob, je mehr die gekreuzten Formen mit Hinsicht auf andere Eigenschaften wie Habitus, Entwicklungszeit etc. von einander abweichen, die homozygoten Individuen mit stark abgeschwächter Farbe in F_2 desto zahlreicher werden sollten. Bei der unten erörterten Kreuzung 0375 gelb × 0450 schwarz, bei welcher die Eltern an Höhe, Entwicklungszeit, Rispentypus, Spelzenform u. s. w. sehr verschieden sind, war unter 230 Individuen der F_2 kaum ein einziges so tief gefärbt wie 0450. Bei anderen Kreuzungen dagegen wie 0670 schwarz × 0315 weiss, oder 0670 schwarz × 0386 gelb (siehe unten), bei denen die Eltern — ebenso wie bei der Kreuzung 0353 × 0668 — in ihrem ganzen Wachstumsmodus viel mehr mit einander übereinstimmen, sind F_2-Individuen mit garnicht oder kaum abgeschwächter Farbe häufig.

Wie schon gezeigt wurde, sind die heterozygoten Individuen der F_2 durchschnittlich heller gefärbt als die homozygoten. Es geht aber aus dem obigen auch deutlich hervor, dass die heterozygoten Individuen der F_2 unter sich verschiedene Farbenstufen repräsentieren, indem gewisse tiefer gefärbt sind als andere. Zum Teil kommt dies offenbar davon her, dass gewisse Heterozygoten (d. h. die heller gefärbten) Verbindungen zwischen den entstehenden helleren Abstufungen der schwarzen Farbe und weiss, andere dagegen (die tiefer gefärbten) Verbindungen zwischen tiefbraunen Abstufungen (wie bei dem Elter) und weiss darstellen. In diesem Falle ist also ein verschiedenes Vererbungsverhalten der tiefer und heller gefärbten Heterozygotindividuen in F_3 insoweit zu erwarten, dass die tiefer gefärbten Spaltung tiefbraun–weiss, die heller gefärbten dagegen Spaltung hellbraun–weiss ergeben sollen. Es ist ja auch selbstverständlich, dass die spezifische Nuance der Farbe, da dieselbe schon in der besonderen Konstitution der Gameten begründet ist, hier ebenso wie bei den homozygotischen Verbindungen vererbt werden muss. Das trifft — wie es die Kreuzung 0353 × 0401 deutlich zeigt — in Wirklichkeit auch zu, indem die heller gefärbten Heterozygotindividuen der F_2 in vielen Fällen (aber nicht als Regel) durchschnittlich heller gefärbte schwarze Nachkommen (nebst den weissen) ergaben als die tiefer gefärbten Heterozygoten der F_2. Der Umstand, dass nicht alle heller gefärbten Heterozygoten die hellere Farbe auf ihre Nachkommen vererben, zeigt aber, dass die Farbenunterschiede der Heterozygoten zum Teil nur zufällig in der Entwickelungsmechanik der Pflanzen, aber nicht in der Konstitution der Gameten begründet sind, weshalb derartige Unterschiede auch nicht erblich sind. Schon in F_1 — also bei Verbindungen derselben Eltern = derselben Kombinationen — zeigen sich zwischen verschiedenen Individuen deutliche, wenn auch nicht sehr grosse Farbendifferenzen, aber die Farbe der Nachkommenindividuen wird von solchen Schwankungen nicht sichtbar beeinflusst.

Irgendwelcher Zusammenhang zwischen den Spaltungszahlen schwarz : weiss und der Farbe der Heterozygoten hat sich nicht konstatieren lassen. Sowohl bei Nachkommenschaften von tiefer als von heller gefärbten Individuen sind Schwankungen der relativen Zahl von schwarzen Individuen (ober- und unterhalb 3.0) zu bemerken.

Im Anschluss an obenstehende Tabelle soll noch eine andere Sache, nämlich der s. g. Vicinismus, kurz besprochen werden. Von den 73 untersuchten, als konstant weiss bezeichneten Parzellen der F_3 zeigte eine Parzelle (der Kreuzung 0301 × 01002 zugehörig) mit etwa 50 Individuen 1 schwarzspelziges Individuum, eine andere (der Kreuzung 01002 × 0950 zugehörig) mit etwa 80 Individuen 2 schwarzspelzige Individuen. Auf jede Parzelle können wir etwa 40 Individuen rechnen, es werden also 3 schwarzspelzige Individuen auf 40 × 73 = 2920 kommen, oder ungefähr 1 pro 1000. Die schwarzspelzigen Individuen können ihren Ursprung daher haben, dass bei den weissspelzigen Individuen der F_2 einzelne Blumen vom Pollen benachbarter schwarzspelziger Individuen bestäubt worden sind. Allerdings ist nicht ganz ausgeschlossen, auch bei der zuverlässigen Methode, die in Svalöf zur Trennung verschiedener Individuen angewandt wird, dass diese schwarzspelzigen

Individuen zufällige Beimischungen sein können. Jedenfalls können wir aber mit Sicherheit behaupten, dass höchstens 1 Blume pro 1000 von benachbarten schwarzspelzigen Individuen befruchtet worden ist. Es ist allerdings möglich, dass die Fremdbestäubung je nach der Witterung in anderen Jahren prozentisch häufiger sein kann. Dass sie vorkommt, ist sicher. Aber die genannten Zahlen zeigen doch genügend — was in diesem Zusammenhang besonders hervorzuheben ist — dass der Vicinismus beim Hafer prozentisch so selten ist, dass er auf die Kreuzungsversuche kaum oder gar nicht störend einwirkt. Die Selbstbestäubung scheint beim Hafer so regelmässig zu sein, dass irgend eine Art von Isolierung der Pflanzen zur Verhinderung des Vicinismus bei Kreuzungsversuchen nicht nötig ist. Die Pflanzen standen bei allen hier besprochenen Kreuzungen in einer Entfernung von 15 : 5 cm. Die Rispen verschiedener Pflanzen schieben dann ihre Äste, besonders bei windigem Wetter, leicht in einander ein; aber trotzdem kommt Fremdbestäubung, wie es nach dem oben Gesagten scheint, prozentisch sehr selten vor. Dies zu wissen ist für die Kreuzungsuntersuchungen und zur Erklärung gewisser Tatsachen wichtig.

Bei den bisher erörterten neun Kreuzungen schwarz × weiss entstanden in F_2 nur schwarz- und weissspelzige Individuen. Es giebt aber mehrere Kreuzungen, die ich ausgeführt habe, bei denen in F_2 nebst schwarz- und weissspelzigen Individuen auch grauspelzige ausgespaltet wurden.

0353 weiss × 0660 schwarz. Individuen in F_2: 107 schwarz, 19 grau, 5 weiss = 21.4 schwarz : 3.8 grau : 1 weiss = 4.5 schwarz : 1 grau–weiss.

0315 weiss × 0670 schwarz. Die erste Generation, F_1, bestand aus drei Pflanzen, deren Spaltung in F_2 auf verschiedenen Parzellen (*a*, *b*, *c*) untersucht wurde.

a . 187 schwarz, 38 stärker oder schwächer grau, 17 weiss (oder wenigstens ohne sichtbares grau) = 11.0 schwarz : 2.2 grau : 1 weiss = 3.4 schwarz : 1 grau–weiss.

b . 171 schwarz, 46 grau, 12 weiss = 14.3 schwarz : 3.8 grau : 1 weiss = 2.9 schwarz : 1 grau–weiss.

c . 60 schwarz, 22 grau, 7 weiss = 8.6 schwarz : 3.1 grau : 1 weiss = 2.1 schwarz : 1 grau–weiss.

a + *b* + *c* . 418 schwarz, 106 grau, 36 weiss = 11.6 schwarz : 2.9 grau : 1 weiss = 2.9 schwarz : 1 grau–weiss.

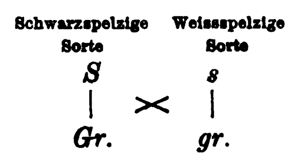
0353 weiss × 0691 schwarz. F_1 zwei Pflanzen, F_2 zwei Parzellen, *a*, *b*.

a . 78 schwarz, 23 grau, 11 weiss = 7.1 schwarz : 2.1 grau : 1 weiss = 2.3 schwarz : 1 grau–weiss.

b . 138 schwarz, 28 grau, 14 weiss = 9.9 schwarz : 2.0 grau : 1 weiss = 3.3 schwarz : 1 grau–weiss.

a + *b* . 216 schwarz, 51 grau, 25 weiss = 8.6 schwarz : 2.0 grau : 1 weiss = 2.8 schwarz : 1 grau–weiss.

Zur Erklärung des Entstehens grauspelziger Individuen muss angenommen werden, dass die genannten schwarzspelzigen Sorten 0660, 0670 und 0691 nebst der schwarzen Farbe, *S*, auch eine graue, *Gr.*, als besondere Elementareigenschaft besitzen, und dass jede von diesen beiden Elementareigenschaften mit dem Fehlen derselben (bezw. *s*, *gr.*) ein Merkmalspaar bildet. Die Kreuzung wird dann dem dihybriden Schema folgen:



Es müssen also nebst den Elternkombinationen zwei neue konstante Kombinationen gebildet werden, teils *Sgr.*, welche die schwarze Elementareigenschaft besitzt, aber die graue entbehrt und scheinbar identisch mit *SGr.* wird (da die graue Farbe von der schwarzen verdeckt wird), teils *sGr.*, welche die graue Elementareigenschaft besitzt, aber die schwarze entbehrt und folglich grauspelzig werden muss.

Die vier Arten von Gameten, *SGr.*, *Sgr.*, *sGr.*, *sgr.*, können sich ja auf 16 verschiedene Weisen vereinigen:

	F_2	F_3
SGr. × *SGr.*	schwarz	konstant schwarz (+ grau, aber grau nicht sichtbar).
» × *Sgr.*	»	» » (Spaltung von grau, aber nicht sichtbar).
» × *sGr.*	»	Spaltung 3 schwarz : 1 grau.
» × *sgr.*	»	Spaltung 12 schwarz : 3 grau : 1 weiss.
Sgr. × *SGr.*	»	konstant schwarz (Spaltung von grau).
» × *Sgr.*	»	konstant schwarz.
» × *sGr.*	»	Spaltung 12 schwarz : 3 grau : 1 weiss.
» × *sgr.*	»	Spaltung 3 schwarz : 1 weiss.
sGr. × *SGr.*	»	Spaltung 3 schwarz : 1 grau.
» × *Sgr.*	»	Spaltung 12 schwarz : 3 grau : 1 weiss.
» × *sGr.*	grau	konstant grau.
» × *sgr.*	»	Spaltung 3 grau : 1 weiss.
sgr. × *SGr.*	schwarz	Spaltung 12 schwarz : 3 grau : 1 weiss.
« × *Sgr.*	»	Spaltung 3 schwarz : 1 weiss.
» × *sGr.*	grau	Spaltung 3 grau : 1 weiss.
» × *sgr.*	weiss	konstant weiss.

Überall wo *S* vorkommt, wird die Nachkommenpflanze der Gameten schwarzspelzig, weil schwarz über sein Fehlen dominiert. Wo *Gr.*, aber nicht *S* vorkommt, wird die Farbe grau, weil grau über sein Fehlen dominiert (doch unvollständig, vrgl. unten). Wo weder *S* noch *Gr.* in irgend einer der Gameten vorkommt (*sgr.* × *sgr.*), wird die Farbe weiss.

Wir sollen also von 16 Individuen 12 schwarze, 3 graue und 1 weisses bekommen. Auf ein weisses Individuum wird man 3 graue bekommen und, wenn die weissen und die grauen zusammengezogen werden, auf ein weisses-graues Individuum 3 schwarze.

Mit diesem Verhältniss 12 : 3 : 1 stimmen die bei der Kreuzung 0315 × 0670 gewonnenen Zahlen, 418 schwarz, 106 grau, 36 weiss = 11.6 schwarz : 2.9 grau : 1 weiss = 2.9 schwarz : 1 grau–weiss, sehr gut überein, und es kann also kein Zweifel darüber bestehen, dass diese Kreuzung dem oben aufgestellten Schema wirklich folgt.

Bei der Kreuzung 0253 × 0691 wurden die schwarzspelzigen Individuen in annähernd richtigem Verhältnisse gebildet (2.8 schwarz : 1 grau–weiss). Dagegen waren es der grauen im Verhältniss zu den weissen (2 grau : 1 weiss) zu wenige. Es kommt aber bei Kreuzungen zwischen grau- und weissspelzigen Sorten vor (ebenso wie bei Kreuzungen zwischen gelb- und weissspelzigen Sorten), was unten näher erörtert werden wird, dass die Farbe bei den Bastardindividuen so stark abgeschwächt wird, dass diese bisweilen rein weiss erscheinen. Besonders ist dies natürlich der Fall, wenn die grauspelzige Sorte an sich nur eine schwache Nuance der grauen Farbe besitzt. Es kann daher leicht eintreffen, dass ein Teil der Bastardindividuen der weissen Gruppe zugerechnet und die Zahl der weissen infolgedessen zu hoch wird.

Bei der Kreuzung 0353 × 0660 scheint das Verhältniss grau : weiss annähernd das richtige zu sein. Die schwarzspelzigen sind zu zahlreich (4.5 : 1). Das Verhältniss schwarz : nicht schwarz bei den Parzellen dritter Generation (siehe unten) ist durchschnittlich 3.2 : 1, also richtig. Es wurden nämlich von dieser Kreuzung 10 schwarzspelzige Pflanzen der F_2 auf verschiedene Parzellen ausgesät. Von diesen 10 Parzellen der F_3 zeigten sich 5 konstant schwarz, 5 dagegen spalteten, und zwar auf verschiedene Weise, indem 2 die Spaltung schwarz–grau–weiss wiederholten, 2 dagegen nur schwarz und grau, und 1 nur schwarz und weiss ausspalteten. Die gewonnenen Zahlen der 5 spaltenden Parzellen waren folgende:

1.	31	schwarz,	8	grau und weiss
2.	35	»	14	» » »
3.	102	»	28	grau
4.	38	»	17	»
5.	27	»	6	weiss

Summa 233 schwarz, 73 grau und weiss = 3.2 schwarz : 1 grau–weiss.

Dies Ergebniss war aber auch zu erwarten; denn die beiden Verbindungen *SGr.* × *sGr.* und *sGr.* × *SGr.* können nur schwarz und grau (nicht weiss) ergeben, weil ja beide Gameten *Gr.* enthalten und nur in Bezug auf Vorkommen von *S* differieren. Die schwarze und die graue Farbe bilden hier scheinbar ein Merkmalspaar, und da schwarz über grau dominiert, erhält man die einfache Spaltung 3 schwarz : 1

grau. In Wirklichkeit ist dem aber nicht so, sondern die Kreuzung folgt dem Schema:

$$\begin{matrix} S & & s \\ | & \times & | \\ Gr. & & Gr. \end{matrix}$$

Schwarz und grau bilden also keineswegs ein Merkmalspaar, aber beide Gameten enthalten grau. Die Spaltung betrifft also nur die schwarze Farbe; es wird eine monohybride Kreuzung. Die zwei Verbindungen *Sgr.* × *sgr.* und *sgr.* × *Sgr.*, bei denen die graue Farbe in beiden Gameten fehlt, können ihrerseits natürlich nur schwarz und weiss ergeben. Die vier Verbindungen *SGr.* × *sgr.*, *Sgr.* × *sGr.*, *sGr.* × *Sgr.* und *sgr.* × *SGr.* müssen dagegen sowohl schwarz als grau und weiss ausspalten. Von den übrigen vier möglichen Verbindungen, die *S* enthalten, ergiebt *SGr.* × *SGr.* konstant schwarz + graue Nachkommen, *Sgr.* × *Sgr.* konstant schwarze (ohne grau), die aber mit den vorigen scheinbar identisch sind, weil ja bei diesen die graue Farbe nicht sichtbar ist. *SGr.* × *Sgr.* und *Sgr.* × *SGr.* geben Konstanz von schwarz, Spaltung von grau, aber diese Spaltung ist nicht sichtbar.

Von den 12 schwarzen Pflanzen in F_2 werden also 4 konstant schwarz bleiben, 4 werden Spaltung schwarz–grau–weiss, 2 Spaltung schwarz–grau und 2 Spaltung schwarz–weiss ergeben.

Es müssen also in F_3 drei verschiedene Arten von Spaltung stattfinden, und das Verhalten der genannten Parzellen giebt somit den besten Beweis dafür, dass die beiden Elementareigenschaften schwarz und grau jede für sich nach dem oben aufgestellten Schema mit ihrem Fehlen ein Merkmalspaar bilden.

Ausserdem wurden von der F_2 dieser Kreuzung ein graues und ein weisses Individuum ausgesät, die sich als konstant grau, bezw. konstant weiss in F_3 erwiesen.

Auch die beiden anderen Kreuzungen, 0353 × 0691 und 0353 × 0660, folgen ganz zweifellos dem dihybriden Schema.

Die drei Sorten 0660, 0670 und 0691 besitzen also sowohl die schwarze als die graue Farbe als selbständige Einheiten, die unabhängig von einander mit ihrem resp. Fehlen spalten und daher bei Kreuzung mit weissspelzigen Sorten die vier Kombinationen *SGr.*, *Sgr.*, *sGr.* und *sgr.* zulassen. Die bei den genannten Kreuzungen schwarz × weiss auftretenden grauen Individuen (*sGr.*) bezeichnen also keine »Neuheiten», denn sie m ü s s e n ja einfach entstehen, wenn das angenommene Schema richtig ist. Auch von einer »Latenz» der grauen Farbe, in dem Sinne dass sie nur potenziell vorhanden sein sollte, kann man nicht reden, denn die graue Farbe ist ja da, nur unsichtbar, von der tieferen schwarzen Farbe verdeckt. Das Verhältniss ist also ein sehr einfaches.

Bemerkenswert ist, dass die Formen, welche neben der schwarzen Elementareigenschaft auch die graue besitzen, sämtlich alten heimischen Landeshaferrassen angehören. 0660 ist aus dem in Nordskandinavien angebauten »Nordfinnischen Schwarz-

hafer», 0670 aus »Deutsch. Moorhafer», 0691 aus dem eigentümlichen, fast nur auf der Insel Öland gebauten »Ölandshafer» ausgewählt worden. 0668 (siehe hier unten), die ebenfalls die graue Farbe nebst der schwarzen besitzt, stammt aus einer in Nordland (Norwegen) vorkommenden alten gemischten Landesrasse her.

In der Sorte 0670, die sich mehrere Jahre hindurch konstant schwarz erhalten hatte, haben vereinzelte graue Individuen, nachdem die Sorte in etwas grösserem Massstabe vermehrt worden war, begonnen aufzutreten. Solche graue Abweichungen können natürlich leicht durch Kreuzung mit in der Nähe wachsenden weissspelzigen Sorten zustande kommen. Der Separatanbau grauer Individuen hat auch alle Anzeichen dafür gegeben, dass dieselben wirklich infolge natürlicher Kreuzungen entstehen. Die grauen Individuen weichen nämlich zum Teil auch in anderen Eigenschaften, wie z. B. Rispentypus, Kornform, Korngrösse u. s. w., von der Muttersorte stark ab. Ob graue Individuen daneben auch durch ganz spontanes Wegfallen der schwarzen Elementareigenschaft entstehen können, hat noch nicht festgestellt werden können; unwahrscheinlich ist dies jedoch keineswegs.

Bezüglich der zuletzt erörterten drei Kreuzungen mag nur noch kurz hinzugefügt werden, teils dass bei der Kreuzung 0353 × 0691 einzelne Individuen in F_2 entstanden, die entschieden tiefer gefärbt waren als 0691 (welche durch eine ziemlich hellbraune Farbennuance gekennzeichnet wird), teils dass aus der Kreuzung 0353 × 0660 Formen isoliert worden sind, die eine etwas schwächere Farbe als die der 0660 als erbliche Eigenschaft besitzen. Sowohl Verstärkungen als Abschwächungen der schwarzen Farbe sind also bei diesen Kreuzungen konstatiert worden.

Schliesslich soll **eine Kreuzung** schwarz × weiss besprochen werden, **die von den bisher erwähnten dadurch entschieden abweicht, dass die schwarzspelzigen Individuen im Verhältniss zu den weissen weit zahlreicher als sonst sind**, nämlich die Kreuzung *0353 weiss × 0668 schwarz*.

F_1 bestand aus vier Pflanzen, F_2 aus vier Parzellen *a*, *b*, *c*, *d*.

a.	207 schwarz,	12 grau–weiss[1])	= 17.3	schwarz :	1	grau–weiss.
b.	116 »	7 » »	= 16.6	»	1	» »
c.	191 »	13 » »	= 14.7	»	1	» »
d.	116 »	8 » »	= 14.5	»	1	» »
Summa	630 schwarz,	40 grau–weiss	= 15.8	schwarz :	1	grau–weiss.

Die Spaltungen der verschiedenen Parzellen zeigen da eine auffallende Übereinstimmung, und man kann gleich sehen, dass das Verhältniss zwischen schwarz und grau–weiss annähernd 15 : 1 ist.

---

[1]) Die Sorte 0668 enthält somit, ebenso wie die drei oben genannten Sorten 0660, 0670 und 0691, neben der schwarzen Farbe auch die graue. Eine genaue Trennung der grauen und weissen Pflanzen wurde doch nicht gemacht, weil die graue Farbe überall nur sehr schwach ausgebildet war; übrigens sind die grauen–weissen Pflanzen zu wenig zahlreich, um die Zahlenverhältnisse grau : weiss erkennen zu lassen.

Es liegt deshalb sehr nahe anzunehmen, dass die schwarze Farbe bei der Sorte 0668 aus zwei von einander unabhängigen Elementareigenschaften besteht, die jede für sich die schwarze Farbe bewirken. Die Kreuzung wird dann eine trihybride. Die Sorte 0668 besitzt drei Farbeneinheiten, zwei schwarze (S_1, S_2) und eine graue (*Gr.*), welche sämtlich bei der Sorte 0353 fehlen:

$$0668 = S_1\, S_2\, Gr.$$
$$0353 = s_1\, s_2\, gr.$$

Von drei Merkmalspaaren sind acht Arten von Gameten = acht konstante Kombinationen möglich. Es können also ausser den Elternkombinationen $S_1\, S_2\, Gr.$ und $s_1\, s_2\, gr.$ sechs neue Kombinationen gebildet werden, $S_1\, S_2\, gr.$, $S_1\, s_2\, Gr.$, $s_1\, S_2\, Gr.$, $S_1\, s_2\, gr.$, $s_1\, S_2\, gr.$ und $s_1\, s_2\, Gr.$ Die fünf ersteren, die entweder S_1 oder S_2 oder beide enthalten, werden schwarz, die letzte grau. Die acht Arten von Gameten können auf 64 verschiedene Weisen zusammentreten. Ein näheres Ausführen erscheint jedoch nicht nötig. Die Kombination $s_1\, s_2\, gr. \times s_1\, s_2\, gr.$ wird — wie sich ja leicht denken lässt — nur einmal auf 64 eintreffen. Der Verbindungen, welche *Gr.* aber nicht S_1 oder S_2 enthalten, werden 3 sein; alle übrigen 60 Verbindungen müssen S_1 oder S_2 oder beide enthalten. Es werden also 60 schwarz, 4 grau–weiss = 15 schwarz : 1 grau–weiss gebildet.

Mit diesem berechneten Verhältniss stimmen ja die oben angeführten Zahlen sehr gut überein, und es kann deshalb kein Zweifel darüber bestehen, dass die Sorte 0668 drei unabhängige Farbeneinheiten, zwei schwarze und eine graue, besitzt die jede für sich mit ihrem resp. Fehlen ein Merkmalspaar bilden.

Das Verhalten der dritten Generation hat aber noch bessere Beweise dafür geliefert. Es wurden 43 Pflanzen der F_2 nach der Frühreife, aber garnicht nach der Farbe, ausgewählt und die Samen jeder Pflanze auf je einer Parzelle aus, gesät. Von den 43 Parzellen der F_3 waren 4 grau–weiss und zeigten selbstverständlich keine schwarzspelzigen Individuen. Von den übrigen 39 Parzellen waren 17 konstant schwarzspelzig, wogegen 22 Spaltung schwarz–grau–weiss zeigten und zwar — gerade wie man es auch erwarten konnte — in ganz verschiedener Weise, indem nämlich ein Teil (etwa die Hälfte) der Parzellen nach dem gewöhnlichen Verhältnisse 3 schwarz : 1 grau–weiss spaltete, die übrigen dagegen die Spaltung 15 schwarz : 1 grau–weiss wiederholten, wie aus der folgenden Übersicht hervorgeht:

1.	35	schwarz,	2	grau–	weiss	= 17.5	schwarz	: 1	grau–	weiss.
2.	75	»	18	»	»	= 4.2	»	1	»	»
3.	63	»	3	»	»	= 21.0	»	1	»	»
4.	50	»	1	»	»	= 50.0	»	1	»	»
5.	146	»	11	»	»	= 13.3	»	1	»	»
6.	12	»	7	»	»	= 1.7	»	1	»	»
7.	110	»	2	»	»	= 55.0	»	1	»	»
8.	15	»	6	»	»	= 2.5	»	1	»	»

9.	30	schwarz,	7	grau–weiss	= 4.3	schwarz :	1	grau–weiss.	
10.	8	»	4	» »	= 2.0	»	1	»	»
11.	57	»	2	» »	= 28.5	»	1	»	»
12.	16	»	4	» »	= 4.0	»	1	»	»
13.	76	»	20	» »	= 3.8	»	1	»	»
14.	30	»	5	» »	= 6.0	»	1	»	»
15.	48	»	18	» »	= 2.7	»	1	»	»
16.	70	»	22	» »	= 3.2	»	1	»	»
17.	59	»	2	» »	= 29.5	»	1	»	»
18.	54	»	5	» »	= 10.8	»	1	»	»
19.	31	»	3	» »	= 10.3	»	1	»	»
20.	59	»	2	» »	= 29.5	»	1	»	»
21.	52	»	5	» »	= 10.4	»	1	»	»
22.	48	»	9	» »	= 5.3	»	1	»	»

Die 11 Parzellen 2, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 und 22 gehören sämtlich offenbar der Spaltung 3 : 1 an, obwohl die Parzellen 14 und 22 sich ziemlich abweichend verhalten. Zusammengerechnet geben diese Parzellen 428 schwarz, 120 grau–weiss = 3.6 schwarz : 1 grau–weiss, also annähernd das theoretisch erwartete Verhältniss. Die 9 Parzellen 1, 3, 5, 11, 17, 18, 19, 20 und 21 sind der Spaltung 15 : 1 zuzurechnen; hier ist aber, wie leicht eingesehen wird, eine weit grössere Anzahl von Pflanzen nötig, um gerade das Verhältniss 15 : 1 zu ergeben, denn ein Zufall, wodurch z. B. nur 1 weissspelziges Individuum zerstört wird, bewirkt bei einer kleinen Zahl von Pflanzen ja schon eine starke Änderung des Verhältnisses 15 : 1. Zusammengerechnet ergeben diese 9 Parzellen 556 schwarz, 35 grau–weiss = = 15.9 schwarz : 1 grau–weiss, also das theoretisch erwartete Verhältniss. Zweifelhaft ist dagegen, ob die Parzellen 4 und 7 hierher zu rechnen sind. Wenn das nicht der Fall ist, kann man das Verhalten dieser Parzellen kaum auf andere Weise erklären, als dass die einzelnen grau–weissspelzigen Individuen Beimischungen seien, was jedoch z. B. durch die charakteristischen Ährchen, die mit denen der schwarzspelzigen Individuen sehr gut übereinstimmten, ausgeschlossen scheint. Doch sind so grosse Abweichungen von dem Verhältnisse 15 : 1 nicht unmöglich. Werden diese beiden Parzellen mit den anderen 9 Parzellen zusammengerechnet, so bekommen wir 715 schwarz, 39 grau–weiss = 18.3 schwarz : 1 grau–weiss.

Das Verhältniss der 39 Parzellen in F_3 ist also: 17 konstant schwarz, 11 spaltend im Verhältniss 3 schwarz : 1 grau–weiss, 9 (oder 11) spaltend im Verhältniss 15 schwarz : 1 grau–weiss.

Wenn wir in diesem Zusammenhang von der grauen Farbe absehen und die Kreuzung als eine dihybride behandeln, werden sich die Gameten in folgenden 16 Weisen vereinigen können:

	F_2	F_3
$S_1 S_2 \times S_1 S_2$	schwarz	konstant schwarz.
» $\times S_1 s_2$	»	» »
» $\times s_1 S_2$	»	» »
» $\times s_1 s_2$	»	Spaltung 15 schwarz : 1 weiss.
$S_1 s_2 \times S_1 S_2$	schwarz	konstant schwarz.
» $\times S_1 s_2$	»	» »
» $\times s_1 S_2$	»	Spaltung 15 schwarz : 1 weiss.
» $\times s_1 s_2$	»	» 3 » : 1 »
$s_1 S_2 \times S_1 S_2$	»	konstant schwarz.
» $\times S_1 s_2$	»	Spaltung 15 schwarz : 1 weiss.
» $\times s_1 S_2$	»	konstant schwarz.
» $\times s_1 s_2$	»	Spaltung 3 schwarz : 1 weiss.
$s_1 s_2 \times S_1 S_2$	»	» 15 » : 1 »
» $\times S_1 s_2$	»	» 3 » : 1 »
» $\times s_1 S_2$	»	» 3 » : 1 »
» $\times s_1 s_2$	weiss	konstant weiss.

Von 15 Parzellen in F_3, von schwarzspelzigen Pflanzen abstammend, müssen also *7* konstant schwarz werden, *4* Spaltung 3 schwarz : 1 weiss, und *4* Spaltung 15 schwarz : 1 weiss ergeben.

Die empirisch gefundenen entsprechenden Zahlen waren: 17, 11, 9 (oder 11) = = 7 : 4.5 : 3.7 (oder 4.5). Eine bessere Übereinstimmung kann man, bei einer so kleinen Zahl von Parzellen, kaum verlangen.

Es hat sich also experimentell feststellen lassen, dass diese Kreuzung dem oben aufgestellten Schema wirklich folgt, und dass also die schwarze Farbe der Sorte 0668 von zwei unabhängigen Einheiten, die jede für sich mit ihrem Fehlen spalten, bedingt sein muss. Man dürfte wohl sagen können, dass die dritte Generation den vollständigen, exakten Beweis dafür gegeben hat, dass die schon nach Untersuchung von F_2 aufgestellte Annahme wirklich richtig ist.

Dieser Fall scheint ja anfangs eine offenbare Ausnahme von der Mendelschen Spaltungsregel zu sein, aber ist in Wirklichkeit gar keine solche, denn jede Elementareigenschaft spaltet ja in der gewöhnlichen Mendelschen Weise 3 : 1.

Aus den zwei Gametenverbindungen $S_1 s_2 \times s_1 S_2$ und $s_1 S_2 \times S_1 s_2$ entstehen weisse Kombinationen, $s_1 s_2$. Durch Kreuzung von zwei Sorten, die beide schwarzspelzig sind, muss man also m. a. W., wenn die schwarze Farbe der beiden Sorten von je einer selbständigen Einheit bedingt wird, weissspelzige Formen bekommen:

$$\begin{matrix} S_1 \\ | \\ s_2 \end{matrix} \times \begin{matrix} s_1 \\ | \\ S_2 \end{matrix}$$

Ein besseres Beispiel dafür, dass jede Elementareigenschaft eben mit ihrem Fehlen ein Merkmalspaar bildet, kann wohl kaum angeführt werden.

Es drängt sich jetzt noch die Frage auf, ob die beiden Einheiten, welche zusammen die schwarze Farbe der Sorte 0668 bewirken, verschiedene Nuancen der schwarzen Farbe bezeichnen, und ob sie zusammen einen tieferen Farbenton als jede für sich allein geben.

Von den 7 konstant schwarzen Parzellen der F_3 enthalten diejenigen, welche von den beiden Kombinationen $S_1 s_2 \times S_1 s_2$ und $s_1 S_2 \times s_1 S_2$ abstammen, nur eine der beiden Farbeneinheiten, S_1 oder S_2. Eine von der Kombination $S_1 S_2 \times S_1 S_2$ abstammende Parzelle enthält beide Einheiten ebenso wie die Elternsorte 0668. Die übrigen vier, $S_1 S_2 \times S_1 s_2$, $S_1 S_2 \times s_1 S_2$, $S_1 s_2 \times S_1 S_2$ und $s_1 S_2 \times$ $\times S_1 S_2$, ergeben zwar konstant schwarze Parzellen in F_3, aber die eine von den Einheiten spaltet, und es werden also bei diesem Spalten Individuen gebildet, welche beide Einheiten homozygot enthalten ($^1/_4$), solche die nur eine homozygot besitzen ($^1/_4$), und solche die in Bezug auf die eine Einheit heterozygot sind ($^1/_2$). Wenn jede Elementareigenschaft für sich eine schwächere Farbennuance als beide zusammen verursacht, dann müssen wir erwarten, dass in F_3 von den oben erwähnten 17 konstant schwarzen Parzellen 2—3 eine tiefer schwarze Nuance bei sämtlichen Individuen ergeben; 5 sollen eine konstant hellere Nuance aufweisen, und 9—10 sollen Spaltung in tiefer und heller gefärbte Individuen zeigen.

Von den 17 konstant schwarzen Parzellen zeigten 3 bei sämtlichen Pflanzen eine ebenso tiefe braunschwarze Farbe wie 0668 (eine Parzelle war sogar ein bischen tiefer gefärbt). Sämtliche andere waren durchschnittlich heller gefärbt (mehr oder weniger), und wenigstens bei 6 war eine Aufteilung in tiefer und heller gefärbte Individuen wahrnehmbar, bei manchen sogar ziemlich frappant. Auch bei 2 anderen Parzellen mit scheinbar gleichmässiger Farbe muss eine gewisse, wenn auch unbeträchtliche Spaltung stattgefunden haben, denn als verschiedene (3, 8) Individuen dieser beiden Parzellen separat ausgesät wurden, zeigten ihre Nachkommenparzellen deutlich verschiedene durchschnittliche Farbennuance. Die übrigen 6 Parzellen zeigten gleichmässige Farbennuance bei sämtlichen Pflanzen (abgesehen von den kleinen Schwankungen, die offenbar nur zufällig, z. B. in Zusammenhang mit etwas späterer Entwickelung, zu stande kamen). Diese 6 Parzellen dürften also von den beiden Kombinationen $S_1 s_2 \times S_1 s_2$ und $s_1 S_2 \times s_1 S_2$ herrühren. Mit den berechneten Zahlen 2—3, 5 und 9—10 stimmen die empirisch gefundenen 3, 6 und 8 ja gut überein; doch darf den gewonnenen Zahlen kein all zu grosses Gewicht beigemessen werden, denn erbliche Abstufungen der schwarzen Farbe kamen ja auch bei gewöhnlichen farben-monohybriden Kreuzungen zu stande. Von den 6 Parzellen mit gleichmässig heller Farbe bei den Pflanzen zeigten 2 eine ziemlich helle, braune Nuance; die übrigen 4 waren nur wenig heller gefärbt als 0668.

Ferner ist zu erwähnen, dass von den schwarz–grau–weiss spaltenden Parzellen diejenigen, welche im Verhältniss 3 : 1 spalteten, eine deutlich hellere Durchschnittsnuance der schwarzspelzigen Individuen zeigten, als diejenigen, welche

im Verhältniss 15 : 1 spalteten. So muss dem aber auch sein, wenn S_1 und S_2, jede für sich, eine schwächere Nuance als beide zusammen bewirken; denn die im Verhältniss 3 : 1 spaltenden Parzellen gehen ja von solchen Verbindungen aus, die nur ein S (S_1 oder S_2) enthalten (siehe die Übersicht über die 16 Gametenkombinationen S. 32), nämlich $S_1 s_2 \times s_1 s_2$, $s_1 S_2 \times s_1 s_2$, $s_1 s_2 \times S_1 s_2$ und $s_1 s_2 \times s_1 S_2$. Die im Verhältniss 15 : 1 spaltenden Parzellen gehen dagegen von Verbindungen aus, die zwei S (S_1 und S_2) enthalten, nämlich $S_1 S_2 \times s_1 s_2$, $S_1 s_2 \times s_1 S_2$, $s_1 S_2 \times S_1 s_2$ und $s_1 s_2 \times S_1 S_2$, und müssen daher bei einem Teil der Pflanzen eine tiefere Farbe zeigen, was natürlich auch eine tiefere Durchschnittsnuance mit sich bringt. Bei einigen der im Verhältniss 3 : 1 spaltenden Parzellen war die Farbe sehr hell braun, was ja natürlich ist, da, wenn z. B. die homozygote $S_1 s_2 \times S_1 s_2$ nur braune Farbe bewirkt, bei der heterozygoten $S_1 s_2 \times s_1 s_2$ die Farbe noch mehr abgeschwächt, also hell braun, werden muss. Bei den anderen der im Verhältniss 3 : 1 spaltenden Parzellen war die Farbe der schwarzspelzigen Individuen etwas tiefer braun.

Sowohl aus dem Verhalten der konstant schwarzen Parzellen als aus demjenigen der spaltenden geht also hervor, dass von den beiden Einheiten, welche zusammen die schwarze Spelzenfarbe der Sorte 0668 bilden, jede für sich allein eine schwächere Nuance der schwarzen Farbe, als beide zusammen, bewirkt. Es scheint auch, als ob die eine Einheit eine etwas hellere Nuance als die andere ergeben sollte, obwohl dies aus den Untersuchungen nicht mit völliger Sicherheit hervorgeht. Qualitativ sind jedoch die Einheiten gar nicht zu unterscheiden, sondern jedenfalls nur quantitativ, d. h. sie bezeichnen verschiedene Abstufungen der braunen Farbe.

Von den zwei Einheiten erhalten wir dann drei homozygote (= konstante) Abstufungen, $S_1 s_2 \times S_1 s_2$, $s_1 S_2 \times s_1 S_2$ und $S_1 S_2 \times S_1 S_2$. Werden aber die heterozygoten Verbindungen mitgerechnet, dann sind nicht weniger als 8 Abstufungen denkbar, nämlich $S_1 S_2 \times S_1 S_2$, $S_1 S_2 \times S_1 s_2$, $S_1 S_2 \times s_1 S_2$, $S_1 S_2 \times s_1 s_2$, $S_1 s_2 \times S_1 s_2$, $S_1 s_2 \times s_1 s_2$, $s_1 S_2 \times s_1 S_2$, $s_1 S_2 \times s_1 s_2$, von denen 1 vier S, 2 drei S, 3 zwei S, 2 ein S enthalten; d. h. die Abstufungen mit dem »Mittelcharakter» werden am zahlreichsten. Es wird also von den zwei Einheiten eine kontinuierliche Variation hervorgerufen, die übrigens dadurch noch mehr kontinuierlich werden kann, dass sogar die verschiedenen Heterozygotindividuen derselben Verbindung, z. B. $S_1 s_2 \times s_1 s_2$, etwas verschiedene Farbe zeigen können.

Es geht aus diesem Fall hervor, dass bei fremdbefruchtenden Pflanzen und Tieren eigentlich nur zwei Einheiten nötig sind, um eine kontinuierliche Variation einer »Eigenschaft» hervorzurufen. Auch erscheint es nach dem gesagten weniger sonderbar, dass die Individuen mit dem mittleren Charakter am zahlreichsten sind. Dies bedeutet also nicht, dass die Variation »richtungslos» oder zufällig sei. [1]) Die

[1]) PLATE (Selectionsprinzip, 3 Aufl., Leipzig 1908) hat darauf hingewiesen, dass der Begriff »zufällige Variation» nur bedeutet, dass das Zustandekommen und die Ursachen der fluktuierenden erblichen Variabilität uns unbekannt sind. Es ist aber offenbar, dass diese Variabilität, wenn sie von nur wenigen, selbständig geschaffenen Einheiten bedingt wird, über deren Entstehen wir bis jetzt fast gar nichts wissen, mit Hinsicht auf ihre Bedeutung für die Selection von der

kontinuierlich verbundenen Variationen sind nicht selbständig geschaffen, sondern hängen mit gewissen, relativ wenigen Einheiten zusammen, über deren Zustandekommen wir bis jetzt kaum mehr als Vermutungen aussprechen können.

Die Kreuzung 0353×0668 hat also gelehrt, dass die schwarze Farbe der Blütenspelzen beim Hafer aus zwei qualitativ nicht unterscheidbaren Elementareigenschaften bestehen kann, und zeigt zugleich, dass kleine erbliche Abstufungen dieser Eigenschaft [m. a. W. eine kontinuierliche Variation derselben] durch das verschiedene Zusammenwirken gewisser selbständigen Einheiten zustandekommen können. Es liegt deshalb nahe anzunehmen, dass die erbliche kontinuierliche Variation auch bei anderen, quantitativen Eigenschaften in ähnlicher Weise zustandekommt, und dass die zahlreichen erblichen Abstufungen, die gewisse Eigenschaften zeigen, nur durch verschiedenes Zusammentreten, verschiedene Gruppierung einer verhältnissmässig kleinen Zahl von einmal entstandenen Einheiten gebildet werden.

Besonders hervorzuheben ist, dass man an der Ausseneigenschaft, d. h. am Grad der schwarzen Farbe bei einer Sorte, gar nicht sehen kann, ob die Farbe von einer oder zwei Einheiten bedingt ist. Die Sorte 0668 hat nicht besonders tief schwarze Spelzenfarbe. Mehrere Sorten, die bei Kreuzungen nur eine Einheit für die schwarze Farbe gezeigt haben, sind entschieden tiefer gefärbt als 0668, wie z. B. die unten (unter Kreuzungen schwarz × gelb) besprochene Sorte 0680. Ebensowenig lässt die durch Kreuzung bewirkte Spaltung der schwarzen Farbe in etwas verschiedene Nuancen auf Wirkung verschiedener, unabhängiger Farbeneinheiten schliessen. Nur aus dem Zahlenverhältniss schwarz : weiss geht sicher hervor, dass bei 0668 zwei unabhängige Einheiten für die schwarze Spelzenfarbe vorhanden sein müssen. Wüsste man nicht aus den Zahlenverhältnissen schwarz : : weiss, dass dies der Fall ist, dann könnte man aus den nach der Kreuzung entstehenden Abstufungen der schwarzen Farbe garnicht darauf schliessen, dass zwei Einheiten vorhanden wären, von denen die eine ein wenig tiefere Farbe als die andere bewirkt, während beide zusammen eine noch etwas tiefere Farbe ergeben. Denn auch wenn die schwarze Farbe aus nur einer Elementareigenschaft besteht, so entstehen ja, wie oben erörtert wurde, nach Kreuzung einer schwarzen Sorte mit einer weissen andere erbliche Abstufungen der schwarzen Farbe als diejenige des Elters, und die bezüglichen Differenzen können bisweilen, z. B. bei der Kreuzung 0301 × × 01002, noch grösser als bei der hier besprochenen Kreuzung sein. Die Einheiten können sich also in ihrer äusseren Wirkung sehr ähnlich und doch von einander völlig unabhängig sein.

---

jetzigen Forschung in einem ganz anderen Sinne aufzufassen ist als von der vormendelschen Forschung.

Wichtig ist auch zu betonen, dass die verschiedenen Bastardindividuen derselben Kreuzung sich in F_2 in ganz gleicher Weise verhalten haben. Die Bildung der verschiedenen Gameten-Arten erfolgt somit in sämtlichen Fällen mit derselben Gesetzmässigkeit.

Dagegen bleibt es noch übrig zu untersuchen, ob die Sorte 0668 bei Kreuzung mit verschiedenen Sorten sich immer auf dieselbe Weise verhält, was jedoch sehr wahrscheinlich ist; denn in den Fällen, wo andere Sorten mit mehreren verschiedenen Sorten gekreuzt worden sind, haben sie sich stets gleich verhalten (vergl. näher unten). Es scheint aber, als ob bei den meisten Sorten die schwarze Farbe der Spelzen aus nur einer Einheit bestehe, da ja von 13 Kreuzungen schwarz × weiss 12 die gewöhnliche Spaltung 3 : 1 zeigen. Noch zwei andere schwarze Sorten, die nur mit gelben (nicht mit weissen) gekreuzt worden sind, 0450 und 0680 (vergl. unten), haben auch nur eine Einheit für die schwarze Farbe. Von 15 schwarzen Sorten hat also nur eine einzige zwei Einheiten für die schwarze Farbe gezeigt. Auch ist es wohl meistens dieselbe Einheit, welche die Farbe verschiedener schwarzspelzigen Sorten bewirkt, denn bei den bisher von mir untersuchten Kreuzungen schwarz × schwarz ist es nicht eingetroffen, dass weisse Individuen in F_2 ausgespaltet worden sind. Doch habe ich bis jetzt nur 4 solche Kreuzungen (0401 × 0487, 0401 × 0491, 0408 × 0450 und 0401 × 0450) in F_2 untersucht. Es mag also eine Aufgabe fortgesetzter Forschungen sein, näher zu ermitteln, wie viele selbständig von einander auftretende Einheiten es giebt, die die schwarze Farbe der Blütenspelzen beim Hafer bewirken können.

Es hat sich immerhin durch die gemachten Untersuchungen herausgestellt, dass die vielen erblichen Abstufungen der schwarzen Spelzenfarbe beim Hafer, tief kastanienbraun — hell zimtbraun, auf zweierlei Weisen zustandekommen können, teils nur als Folgeerscheinung anderer Eigenschaftskombinationen, teils aber auch durch Zusammenwirken selbständiger Farbeneinheiten.

b. *Gelb × weiss.*

Zu dieser Gruppe gehören 10 Kreuzungen zwischen verschiedenen Sorten. Die Kreuzung zwischen den Sorten 0386 und 0924 wurde reciprok gemacht, teils mit 0386 als Mutter und 0924 als Vater, teils umgekehrt.

Eltern	Farbe des F_1-Individuums	Anzahl von Individuen in F_2		Anzahl separat ausgesäter Individuen von F_2		Anzahl von Parzellen in F_3		
		gelb—gelblich	weiss	gelb—gelblich	weiss	konstant gelb	spaltend gelb—weiss	konstant weiss
0101 gelb × 0353 weiss	schwach gelblich	85	75	85	75	41	84	35
0101 » × 0950 »	weiss	311	251	12	5	7	8	2
0700 weiss × 0101 gelb	gelblich	147	68	—	—	—	—	—
0193 gelb × 0351 weiss *a*	weiss	83	32	—	—	—	—	—
» » » » *b*	»	44	25	—	—	—	—	—
» » » » *c*	»	33	14	—	—	—	—	—
» » » » *d*	»	37	19	—	—	—	—	—
0196 » × 0302 » *a*	»	41	18	—	—	—	—	—
» » » » *b*	»	13	5	—	—	—	—	—
» » » » *c*	»	22	10	—	—	—	—	—
» » » » *d*	»	18	13	—	—	—	—	—
0315 weiss × 0386 gelb *a*	»	25	36	—	—	—	—	—
» » » » *b*	schwach gelblich	32	64	—	—	—	—	—
0380 gelb × 0353 weiss *a*	»	29	52	—	—	—	—	—
» » » » *b*	weiss	56	71	—	—	—	—	—
0386 » × 0512 » *a*	gelblich	25	89	—	—	—	—	—
» » » » *b*	»	18	54	—	—	—	—	—
0386 » × 0925 » *a*	weiss	18	21	—	—	—	—	—
» » » » *b*	schwach gelblich	60	82	—	—	—	—	—
0386 » × 0924 » *a*	weiss	13	28	—	—	—	—	—
» » » » *b*	schwach gelblich	30	96	—	—	—	—	—
» » » » *c*	gelblich	40	78	—	—	—	—	—
0924 weiss × 0386 gelb *a*	schwach gelblich	17	81	—	—	—	—	—
» » » » *b*	weiss	22	86	—	—	—	—	—

Diese Kreuzungen bieten wenig Interessantes. Die Bastardindividuen der F_1 haben die gelbe Farbe mehr oder weniger abgeschwächt (gelblich) oder sogar garnicht hervortretend, in welchem Falle die Spelzen weiss erscheinen. Die als weiss bezeichneten Individuen der F_1 sind an der Farbe von den weissen Elternsorten wenigstens nicht sicher zu unterscheiden, obwohl die Spelzen im allgemeinen nicht

so klar weiss erscheinen. Aber auch bei den rein weissen Formen kann die Farbe infolge gewisser äusseren Umstände, wie z. B. viel Regen in der Reifezeit, statt ganz rein weiss etwas bräunlich werden und eine vollständige Trennung der genannten Bastardindividuen von den homozygoten weissen daher unmöglich machen.

Die Spaltung in F_2 ergiebt daher, d. h. weil die Heterozygoten zum Teil weiss erscheinen, bei sämtlichen Kreuzungen zu viel weisse Individuen. Bei gewissen Kreuzungen betragen die weissen etwa die Hälfte von den gelben–gelblichen, bei anderen dagegen sind sie ungefähr ebenso zahlreich wie diese oder noch viel zahlreicher. Als weiss wurden solche Individuen bezeichnet, bei denen von der gelben Färbung nichts sicher hervortrat; aber da eine bestimmte scharfe Grenze zwischen den rein weissen und den schwach gelblichen nicht gezogen werden kann, ist natürlich den in F_2 gewonnenen Zahlen kein grosser Wert beizulegen.

Immerhin scheinen diese Zahlen zu zeigen, dass die Farbendifferenzen zwischen den verschiedenen F_1-Individuen derselben Kreuzung sich auch hier nicht an der F_2-Spaltung bemerklich machen. Die weissen Bastardindividuen geben in F_2 keinen grösseren Prozentsatz weisser Abkömmlinge als die gelblichen Bastardindividuen.

Das Verhältniss gelb–gelblich : weiss in F_2 ist wie gesagt sehr verschieden bei verschiedenen Kreuzungen. Am zahlreichsten sind die weissen Individuen bei den Kreuzungen, wo die Sorte 0386 als Elter auftritt, was wohl daher kommt dass diese Sorte an sich eine relativ helle gelbe Farbe besitzt. Bei den Kreuzungen 0386 × 0512 und 0924 × 0386 dürften wohl sogar sämtliche Heterozygoten der F_2 weiss sein, denn die weissen Individuen sind ja hier wenigstens dreimal zahlreicher als die gelben–gelblichen. Infolge des verschiedenen Verhaltens der Heterozygoten lässt sich natürlich aus der F_2-Spaltung über das Vorkommen des gewöhnlichen Mendelschen Verhältnisses 1 : 2 : 1 nichts sicheres erschliessen. Eine von den Kreuzungen, 0101 × 0353, wurde jedoch in F_3 vollständig verfolgt, und dann stellte sich, wie aus der obenstehenden Übersicht hervorgeht, das genannte Verhältniss sicher heraus, indem etwa $^1/_4$ von den Parzellen konstant gelb, $^1/_4$ konstant weiss waren, $^1/_2$ dagegen spaltete. Von den 75 als weiss bezeichneten Individuen der F_2 zeigten sich nicht weniger als 40 als Heterozygoten, indem sie in F_3 gelbe und weisse Nachkommen ergaben. Die übrigen 35 erwiesen sich dagegen als homozygot weiss. Die 85 als gelb–gelblich zusammengefassten Pflanzen wurden in zwei Gruppen aufgeteilt; 25 konnten als rein gelb (wie die Muttersorte), 60 als gelblich bezeichnet werden. Von den 25 als rein gelb bezeichneten Pflanzen zeigten sich 23 konstant gelb in F_3, 2 dagegen spalteten in gewöhnlicher Weise. Von den 60 gelblichen Pflanzen blieben 18 konstant gelb(–gelblich), während 42 Spaltung ergaben.

Aus diesen Zahlen gehen zwei Tatsachen hervor. Erstens wird es offenbar, dass die Heterozygoten in F_2 sowohl gelb als gelblich oder weiss werden können. Die Spaltung in F_2 wird also im höchsten Grade »unrein». In F_2 findet man

einen durch unmerkliche Nuancen allmählich verlaufenden Übergang von den am stärksten gelben Individuen zu den rein weissen. Gewisse Individuen sind nur etwas schwächer gelb als die Muttersorte, bei anderen ist die gelbe Farbe deutlicher abgeschwächt, gelblich; diese nehmen eine Mittelstellung ein. Wieder andere haben die gelbe Farbe nur schwach und ausserdem nicht an allen Spelzen angedeutet. Ferner giebt es, wie oben erwähnt, solche, die nicht mit Sicherheit von den weissen unterschieden werden können, und zuletzt rein weisse.

Bei Kreuzung zwischen gelb und weiss bilden also die heterozygoten F_2-Individuen eine vollkommen kontinuierliche Serie von Variationen zwischen den Extremen gelb und weiss. Bei Kreuzung zwischen schwarz und weiss zeigten die heterozygoten Individuen die schwarze Farbe mehr oder weniger, oft stark abgeschwächt, aber eine Diskontinuität war doch hier noch insoweit vorhanden, als die schwarzspelzigen Individuen, obwohl mit noch so abgeschwächter Farbe, doch immer mit Sicherheit von den weissspelzigen unterschieden werden konnten. Bei Kreuzung zwischen gelb und weiss ist aber dem nicht so. Hier ist gar keine Diskontinuität in der Farbenserie vorhanden, indem die Lücken von den Heterozygoten völlig ausgefüllt werden. Gelb und weiss erscheinen nur als die Extreme der Variationsserie. Dies ist also ein Beispiel dafür, dass bei Fremdbestäubern durch sogar nur eine Elementareigenschaft eine kontinuierliche, fluktuierende (von äusseren Umständen unabhängige) Variation geschaffen werden kann.

Zweitens ist aber zu bemerken, dass von den 60 als gelblich bezeichneten Individuen der F_2 18 in F_3 nicht gelb-weiss spalteten, sondern Nachkommenparzellen mit nur gelben(–gelblichen) Individuen ergaben und also hinsichtlich der gelben Farbe homozygot waren. Von diesen 18 Parzellen zeigten wenigstens 7 eine durchschnittlich hellere Nuance der gelben Farbe als die Muttersorte 0101, obwohl nur ein paar Parzellen diese hellere Nuance bei sämtlichen Pflanzen zeigten. Es ist also hier dasselbe Verhältniss wie bei den Kreuzungen schwarz × weiss; manche der homozygoten Pflanzen zeigen die gelbe Farbe abgeschwächt, und diese Abschwächung ist erblich. Erbliche Abstufungen der gelben Farbe werden also gebildet, auch wenn diese Eigenschaft in gewöhnlicher Weise 1 : 2 : 1 spaltet. Derartige erbliche Abstufungen können ebenso wie bei der schwarzen Farbe wohl als Folgeerscheinung des Zusammentretens anderer Eigenschaften betrachtet werden. Alle homozygoten Abstufungen der gelben Farbe, die ich beobachtet habe, können doch, wenigstens am Mittelcharakter, sicher von der weissen Farbe unterschieden werden. Die homozygote Variationsserie ist also hier noch bis zu einem gewissen Grad diskontinuierlich. (Bei der grauen Farbe dagegen verbindet auch die homozygote Variation in kontinuierlicher Weise das extrem graue mit weiss; vgl. näheres unten.) Es giebt bekanntlich unter den aus alten Haferrassen reingezüchteten gelbspelzigen Sorten solche mit etwas tiefer und solche mit etwas heller gelber Farbe, Abstufungen die treu erblich sind. Diese Abstufungen können folglich in der genannten Weise, als Folgeerscheinung der speziellen Kombination anderer Eigenschaften zu stande kommen. Dagegen ist bei meinen Untersuchungen bis

jetzt kein Fall eingetroffen, der auf mehrere Farbeneinheiten bei der gelben Farbe schliessen lässt.

Dass die Heterozygotindividuen der F_2, wie oben besprochen wurde, sich so verschieden verhalten, dass bei einigen die gelbe Farbe rezessiv, bei anderen (seltenen) dominierend ist, während wieder andere intermediär sind, ist wohl also nicht allein — so wie die Verschiedenheiten der F_1-Individuen — rein entwickelungsmechanisch zu erklären, sondern hängt wahrscheinlich zum Teil auch damit zusammen, dass bei der Gametenbildung der F_1-Individuen tiefer und heller gelbe Abstufungen von oben erwähnter Art gebildet werden, die in Verbindung mit weiss ein verschiedenes Resultat ergeben. Solche Unterschiede zwischen den F_2-Heterozygoten sollen dann aber auch an ihren Nachkommen zum Vorschein kommen. Die weissen, gelblichen und gelben Heterozygotindividuen der F_2 schienen doch in ähnlicher Weise zu spalten, obwohl die Sache wegen der Schwierigkeit gelb, gelblich und weiss von einander zu trennen, nicht näher untersucht wurde.

Es ist jedoch nicht ganz unwahrscheinlich, dass auch die gelbe Farbe verschiedener Sorten von verschiedenen Einheiten bedingt sein kann. Dafür spricht der Umstand, dass bei vielen Formen (z. B. den meisten aus Propsteierhafer gezüchteten gelbspelzigen Formen) die gelbe Farbe mit Grannenlosigkeit oder schwacher Begrannung korrelativ verbunden ist (was unten näher besprochen wird), während bei anderen Sorten, z. B. 0101, die gelbe Farbe mit einem hohen Grad von Begrannung vereint wird. Doch können nur Kreuzungen zwischen den bezüglichen gelben Sorten nähere Aufklärung darüber geben.

Von der Kreuzung 0101 × 0950 wurden nur wenige Pflanzen der F_2 weiter ausgesät, aber es zeigte sich hier dasselbe Verhältniss, dass nämlich gewisse von den in F_2 als weiss bezeichneten Pflanzen in F_3 Spaltung gelb–gelblich–weiss ergaben, also heterozygot waren. Sämtliche 6 als rein gelb bezeichneten Pflanzen zeigten sich in F_3 konstant gelb; bei zwei von den Nachkommenparzellen waren jedoch die Pflanzen zum geringeren Teil gelblich. Von 9 als gelblich bezeichneten Pflanzen der F_2 zeigten 8 Spaltung in F_3, eine dagegen ergab hauptsächlich gelbliche und daneben einige gelbe Nachkommenpflanzen. Auch hier dürften also schwächere Abstufungen der gelben Farbe bei gewissen homozygot gelben Individuen der F_2 zustande kommen.

Die Kreuzung 0101 × 0950 verhielt sich also in Bezug auf die weissen Individuen der F_2 offenbar auf dieselbe Weise wie die Kreuzung 0101 × 0353, und es liegt gar kein Grund zu der Annahme vor, dass die übrigen Kreuzungen sich auf andere Weise verhalten hätten, wenn sie in F_3 geprüft worden wären.

Es kann wohl also nicht bezweifelt werden, dass das gewöhnliche Mendelsche Verhältniss 1 : 2 : 1 bei den gemachten Kreuzungen gelb × weiss überall besteht. Als kurze Zusammenfassung der Untersuchungen sei übrigens nur hervorgehoben, teils dass erbliche Abstufungen der gelben Farbe durch Kreuzungen gelb × weiss zustandekommen können, auch wenn die gelbe Farbe aus nur einer Elementareigenschaft besteht (ebenso wie es bei der schwarzen Farbe der Fall war), teils

auch, dass die F_2-Heterozygoten ($G \times g$ und $g \times G$) eine kontinuierliche Reihe von Farbenübergängen zwischen gelb und weiss bilden.

c. *Grau* $\times$ *weiss*.

Es sind nur zwei solche Kreuzungen von mir gemacht worden, 0353 weiss $\times$ $\times$ 0669 grau und 0353 weiss $\times$ 0501 grau.

Bei *0353* $\times$ *0669* bestand F_1 aus zwei Individuen, *a*, *b*, welche die graue Farbe stark abgeschwächt zeigten, indem dieselbe nämlich nur an der oberen Blütenspelze und ausserdem nur bei gewissen Ährchen der Rispe zum Vorschein kam. Die Spaltung in F_2 ist natürlich, wegen der bei den heterozygoten Individuen abgeschwächten und nur hier und da in den Ährchen erscheinenden grauen Farbe, ebenso wie bei der gelben Farbe, schwierig genau zu ermitteln.

a. F_2. 10 grau, 5 weiss.
b. » 105 » 49 »

Die Kreuzung ist nicht in F_3 verfolgt worden, und es hat sich deshalb nicht exakt ermitteln lassen, ob einige unter den als weiss bezeichneten Individuen in Wirklichkeit den Heterozygoten zugehören, was jedoch sehr wahrscheinlich ist; denn wenn die graue Farbe nur an wenigen Spelzen sichtbar und ausserdem stark abgeschwächt ist, lässt sich eine Trennung von den rein weissen nur schwer vornehmen. Auch hier, ebenso wie bei der gelben Farbe, giebt es nämlich alle Übergänge zwischen deutlich pigmentierten Individuen und rein weissen. Bei gewissen Individuen zeigt sich bisweilen ein schwacher Stich ins Graue, ohne dass das Auge doch mit Sicherheit entscheiden kann, ob dies vom Vorhandensein der grauen Farbe oder von einer nur durch äussere Umstände bewirkten Trübung der weissen Farbe herrührt. Es ist deshalb wohl ziemlich sicher, dass die als weiss bezeichneten Individuen zum Teil heterozygotisch sind, und dass das gewöhnliche Mendelsche Verhältniss 1 : 2 : 1 auch hier vorhanden ist. 2 von den 105 grauen Pflanzen der Linie *b* zeigten sich etwas stärker grau als die Elternsorte 0669.

Die zweite Kreuzung *0353* $\times$ *0501* ist insofern von Interesse, als die grauspelzige Sorte 0501 nur unter gewissen äusseren Umständen die graue Farbe hervortreten lässt. Die graue Farbe ist bei dieser Sorte so schwach ausgebildet, dass sie auf Lehmboden immer weiss zu sein scheint. Auf Sandboden dagegen, wo überhaupt bei allen grauspelzigen Sorten die graue Farbe stets stärker entwickelt wird, zeigt die Sorte, dass sie in Wirklichkeit den Grauhafer- und nicht den Weisshafersorten angehört. Von der grauen Farbe giebt es beim Hafer mehrere treu erbliche (homozygote) Abstufungen, stärkere und schwächere, und die deutlich grauen Abstufungen werden mit den rein weissen durch eine solche Abstufung wie diejenige der Sorte 0501 kontinuierlich verbunden. Eine Kontinuität der Variation wird also hier nicht nur durch die heterozygoten Individuen, sondern auch durch homozygote Formen zustande gebracht.

Da die Kreuzung auf Lehmboden bearbeitet wurde, wo die Sorte 0501 weiss erscheint, sollte selbstverständlich eine Spaltung in F_2 nicht hervortreten. Es waren

jedoch unter 27 Individuen der F_2 5, welche die graue Farbe im Gegensatz zu der Elternsorte 0501 deutlich zeigten, und bei einem von diesen war die graue Farbe sogar ziemlich stark entwickelt. Sämtliche 27 Individuen wurden separat in verschiedenen Reihen ausgesät, und in F_3 zeigte es sich dann, dass von den 5 deutlich grauen Individuen 1 nur graue (doch stärker und schwächer graue) Nachkommenindividuen ergab; 1 lieferte überwiegend graue Individuen, aber daneben einige ohne sichtbares Grau; bei den übrigen drei waren die Nachkommenindividuen wenigstens zum Teil deutlich grau. Aber auch manche nichtgraue Individuen der F_2 ergaben in der Nachkommenschaft einzelne oder bisweilen sogar ziemlich viele deutlich graue Individuen, ganz so wie dem sein muss, wenn der Grad der Ausbildung ein und derselben Elementareigenschaft, in diesem Falle der grauen, von dem Kombinieren anderer Eigenschaften beeinflusst wird, denn dann müssen gewisse Parzellen der F_3 die graduelle Spaltung der F_2 wiederholen. Die Sorte 0501 zeigte in dem Jahre, wo die F_3 dieser Kreuzung angebaut wurde (1908), fortwährend nichts Graues an den Spelzen. Das Verhalten der F_3 hat gezeigt, dass die deutlichere Ausbildung der grauen Farbe bei gewissen Individuen der F_2 keine zufällige Erscheinung war, sondern eine erbliche, in der speziellen Konstitution der Gameten begründete, wenn auch Konstanz der neuen Abstufungen in F_3 nicht zu erwarten ist.

Durch die Kreuzung wurde also die graue Farbe der Sorte 0501 »ausgelöst», oder richtiger, Individuen entstanden, bei denen die graue Farbe verstärkt war und dadurch auch auf Lehmboden sichtbar wurde. Auch wenn die graue Farbe aus nur einer Elementareigenschaft besteht, kann der Grad ihrer Ausbildung — wahrscheinlich infolge des Einflusses anderer Eigenschaften — schwanken. Wenn diejenige Gesamtkombination von allerlei Eigenschaften, die die Sorte 0501 darstellt, der Ausbildung der grauen Farbe auf irgend eine Weise ungünstig ist, können ja durch Kreuzung mit anderen Sorten leicht solche Neukombinationen entstehen, die für die Ausbildung der grauen Farbe günstiger sind, und eine Verstärkung derselben wird die Folge davon sein.

Auch von der grauen Farbe können also durch Kreuzungen andere erbliche Abstufungen als diejenige des Elters gebildet werden, ebenso wie wir es bei der schwarzen und gelben Farbe gesehen haben. Sowohl Verstärkungen als Abschwächungen sind gewiss möglich, obwohl, da erst die F_3 sicher zeigen kann, ob Abschwächungen vorliegen, bisher nur Verstärkungen konstatiert worden sind.

d. *Schwarz* × *gelb*.

Sieben Kreuzungen zwischen verschiedenen Sorten gehören zu dieser Gruppe: 0375 × 0401, 0375 × 0450, 0101 × 0202, 0401 × 0101, 01002 × 0101, 0386 × 0670 und 0386 × 0680. Von den zuerst ausgeführten lag mir im Jahre 1902 die zweite Generation vor, und es fiel sofort auf, dass neben den schwarzen und gelben Individuen auch weisse in ziemlich grosser Zahl gebildet wurden.

Die naheliegende Deutung dieses Verhältnisses habe ich jedoch erst gefunden, nachdem es sich gezeigt hatte, dass ein solches Bilden weisser Individuen auch bei allen später untersuchten Kreuzungen schwarz × gelb regelmässig eintrat, und vor allem nachdem das Verhalten der F_3 untersucht worden war.

Die Erklärung basiert natürlich darauf, dass die schwarze (*S*) und gelbe (*G*) Farbe zwei verschiedene Elementareigenschaften sind, die nicht mit einander, sondern jede mit ihrem Fehlen (*s* resp. *g*) ein Merkmalspaar bilden. Die Kreuzungen werden dann dihybrid und müssen, wie aus dem beifolgenden Schema ersichtlich, weisse Individuen (*sg*) bilden:

schwarzspelzige Elternsorte		gelbspelzige Elternsorte
S | *g*	×	*s* | *G*

Es werden vier Arten von Gameten gebildet, *SG*, *Sg*, *sG* und *sg*, die sich auf 16 verschiedene Weisen vereinigen können:

	F_2	F_3
SG × *SG*	schwarz (+ gelb, aber gelb nicht sichtbar)	konstant schwarz (+ gelb, aber gelb nicht sichtbar)
» × *Sg*	schwarz (+ gelblich)	konstant schwarz (Spaltung von gelb, aber nicht sichtbar)
» × *sG*	schwarz (+ gelb)	Spaltung 3 schwarz : 1 gelb
» × *sg*	schwarz (+ gelblich)	Spaltung 12 schwarz : 3 gelb–gelblich : 1 weiss
Sg × *SG*	schwarz (+ gelblich)	konstant schwarz (Spaltung von gelb)
» × *Sg*	schwarz	konstant schwarz
» × *sG*	schwarz (+ gelblich)	Spaltung 12 schwarz : 3 gelb–gelblich : 1 weiss
» × *sg*	schwarz	Spaltung 3 schwarz : 1 weiss
sG × *SG*	schwarz (+ gelb)	Spaltung 3 schwarz : 1 gelb
» × *Sg*	schwarz (+ gelblich)	Spaltung 12 schwarz : 3 gelb–gelblich : 1 weiss
» × *sG*	gelb	konstant gelb
» × *sg*	gelblich	Spaltung 3 gelb–gelblich : 1 weiss
sg × *SG*	schwarz (+ gelblich)	Spaltung 12 schwarz : 3 gelb–gelblich : 1 weiss
» × *Sg*	schwarz	Spaltung 3 schwarz : 1 weiss
» × *sG*	gelblich	Spaltung 3 gelb–gelblich : 1 weiss
» × *sg*	weiss	konstant weiss.

In F_2 sollen also von 16 Individuen 12 schwarz, 3 gelb–gelblich (vorausgesetzt, dass alle Heterozygoten gelb × weiss = gelb–gelblich sind) und 1 weiss werden. In F_3 sollen sich von den 12 schwarzen Individuen 4 konstant zeigen, d. h. nur schwarze Nachkommen ergeben, 4 sollen die Spaltung schwarz–gelb–weiss wiederholen, während 2 (nach den Verbindungen *Sg* × *sg* und *sg* × *Sg*, bei denen beide Gameten

der gelben Farbe entbehren) nur schwarz und weiss ergeben können. Wieder 2 andere (nach den Verbindungen $SG \times sG$ und $sG \times SG$, bei denen beide Gameten die gelbe Farbe besitzen und also nur mit Hinsicht auf die schwarze Einheit differieren) können nur Spaltung der schwarzen Farbe zeigen, also nur schwarz + gelbe (= schwarze, da die gelbe Farbe nicht sichtbar ist) und gelbe Nachkommen ergeben. Bei Kreuzungen zwischen schwarzen und gelben Sorten bilden also, wenn die schwarze Sorte zugleich die gelbe Elementareigenschaft besitzt, die schwarze und gelbe Farbe scheinbar ein Merkmalspaar (vrgl. S. 28). Wird aber die betreffende schwarze Sorte (SG) mit einer weissen (sg) gekreuzt, dann stellt sich das richtige Verhältniss heraus, indem nämlich jetzt in F_2 gelbe Individuen (Gs) ausgespaltet werden, woraus es sich ergiebt, dass die schwarze Sorte zugleich die gelbe Elementareigenschaft besitzt. Zwei von den schwarzen Individuen im obigen Schema, welche in F_3 die Spaltung 12 schwarz : 3 gelb–gelblich : 1 weiss zeigen, gehen ja auch von Verbindungen aus ($SG \times sg$ und $sg \times SG$), bei denen die eine Gamete schwarz + gelb, die andere weiss ist.

Die Kreuzung *0375 gelb* × *0401 schwarz*, welche in F_3 verfolgt worden ist, bestätigt durchaus die oben aufgestellte Annahme. F_1 bestand aus vier Individuen, *a*, *b*, *c*, *d*. F_2 ergab folgende Zahlen:

a.	155 schwarz,	43 gelb–gelblich, 15 weiss	= 10.8 schwarz : 2.9 gelb–gelblich : : 1 weiss = 2.7 schwarz : 1 gelb–weiss
b.	80 »	20 gelb–weiss	= 4.0 schwarz : 1 gelb–weiss
c.	193 »	66 » »	= 2.9 » 1 » »
d.	209 »	38 » »	= 5.5 » 1 » »
Summa	637 schwarz,	182 gelb–weiss	= 3.5 schwarz : 1 gelb–weiss.

Von *a* wurden alle einigermassen gut entwickelten Pflanzen (185), wovon 131 schwarze, 39 gelbe–gelbliche und 15 weisse, weiter separat in getrennten Reihen ausgesät. Diese F_3-Parzellen verhielten sich auf folgende Weise:

45 waren konstant schwarz,
20 zeigten Spaltung schwarz–gelb,
43 » » schwarz–gelb–weiss,
23 » » schwarz–weiss,
16 waren konstant gelb,
23 zeigten Spaltung gelb–weiss,
15 waren konstant weiss.

Schon aus der F_2 geht deutlich hervor, dass diese Kreuzung eine dihybride sein muss, obwohl die Schwierigkeit, gelb von weiss zu trennen, das genaue Ermitteln der Zahlenverhältnisse verhindert. Nach Untersuchung der F_3 kann aber kein Zweifel mehr darüber bestehen. Schon der Umstand, dass gewisse Parzellen nur schwarz und weiss, andere nur schwarz und gelb enthalten, während wieder andere

die Spaltung schwarz–gelb–weiss wiederholen, beweist genügend, dass schwarz mit gelb kein Merkmalspaar bildet, sondern unabhängig von gelb spaltet. Auch die gegenseitigen Zahlenverhältnisse der sieben verschiedenen Parzellengruppen, die mit den theoretisch erwarteten grösstenteils sehr gut übereinstimmen, zeigen deutlich, dass diese Kreuzung dem oben aufgestellten Schema wirklich folgt.

Man darf wohl also sagen, dass die dritte Generation den sicheren experimentellen Beweis für die Annahme gegeben hat, dass die schwarze und die gelbe Farbe unabhängig von einander je ein Merkmalspaar mit ihrem Fehlen bilden, dass folglich vier Gameten entstehen und auf die oben ausgeführte Weise 16 verschiedene Verbindungen, wovon 4 homozygote, eingehen.

Die übrigen Linien, *b*, *c*, *d* wurden in F_3 nicht untersucht. Bei allen wurden in anscheinend gleichem Masse weisse Individuen in F_2 gebildet. Wegen der Schwierigkeit, in F_2 gelb von weiss genau zu unterscheiden, wurde jedoch eine Aufteilung in gelbe und weisse nicht gemacht.

Die zweite Kreuzung, *0375 gelb* × *0450 schwarz*, hat grössere Schwierigkeiten hinsichtlich einer befriedigenden Erklärung geboten. Auch hier wurden weisse Individuen in F_2 gebildet, aber in gar zu grosser Anzahl.

Spaltung in F_2: 241 schwarz, 12 gelb–gelblich, 59 weiss = 3.4 schwarz : 1 gelb–weiss. In F_3 wurden geprüft:

230 schwarze Individuen, von denen 89 konstant schwarz blieben, 141 schwarz–nicht schwarz spalteten,
12 gelbe–gelbliche » » » 5 » gelb–gelblich blieben, 7 gelb–gelblich–weiss spalteten,
59 weisse » » » 32 » weiss » 27 gelb–gelblich–weiss spalteten.

Von den 141 schwarz–nicht schwarz spaltenden Parzellen wiederholte — wie auch zu erwarten war — ein Teil die Spaltung schwarz–gelb–weiss, während einige die Spaltung schwarz–gelb zeigten. Die meisten spalteten jedoch schwarz–weiss. Wegen zu geringer Individuenzahl in den Parzellen (in jeder höchstens 30 Pflanzen) war es jedoch nicht möglich zu ermitteln, wie viele Parzellen in Wirklichkeit die Spaltung schwarz–gelb–weiss hatten, denn, wenn die Individuenzahl zu gering ist, werden natürlich auch bei solchen Parzellen nur schwarze und weisse Individuen vorkommen (in F_2 kam ja nur 1 gelbes Individuum auf 26). Die Zahl der deutlich nur schwarz–gelb spaltenden Parzellen war 12.

In F_3 zeigte sich also wie gewöhnlich, dass viele von den als weiss bezeichneten Individuen heterozygot waren und folglich Spaltung gelb–weiss ergaben; aber umgekehrt zeigten sich von den 12 als gelb–gelblich bezeichneten Pflanzen nur 5 konstant gelb, die übrigen spalteten gelb–weiss.

Zur Deutung des merkwürdigen Verhaltens dieser Kreuzung könnte man sich z. B. vorstellen, dass die gelbe Farbe von zwei Einheiten bedingt wäre; aber dann

müsste die gelbe Farbe der Sorte 0375, die ja bei der Kreuzung 0375 × 0401 auf gewöhnliche Weise spaltete, einmal monohybrid, ein anderes Mal dihybrid spalten, was sonst nie eingetroffen und also höchst unwahrscheinlich ist. Wahrscheinlicher ist, dass die Sorte 0450 neben der schwarzen Einheit eine zweite besitzt, infolge deren Vorhandensein die gelbe Farbe auf irgend eine Weise unsichtbar gemacht wird.

Bei der schwarzspelzigen Sorte 0401 entstehen regelmässig, obwohl in sehr geringer prozentischer Zahl, sobald die Sorte während einiger Generationen von einem Individuum aus vermehrt worden ist, weissspelzige Formen, die sonst den gewöhnlichen Charakter (z. B. an Form der Körner, Begrannung, Rispentypus, Habitus) der Sorte 0401 tragen.[1]) Möglicherweise entstehen diese Abweichungen durch ganz spontanes Wegfallen der schwarzen Elementareigenschaft. Bei der Sorte 0450, im mittleren Schweden im Grossen gebaut, kommen in ähnlicher Weise regelmässig grauspelzige Abweichungen vor. Werden aber solche grauspelzige Formen auf dem Svalöfer Lehmboden angebaut, dann tritt die graue Farbe nicht deutlich hervor; die Spelzen scheinen weiss (doch allerdings etwas bräunlich weiss) zu sein. Ganz dieselbe etwas dunkle, bräunlich-weisse Farbe charakterisiert viele als weiss bezeichnete F_2-Individuen der Kreuzung 0375 × 0450. Obwohl nicht experimentell festgestellt, lässt es sich also ziemlich sicher behaupten, dass die Sorte 0450 neben der schwarzen Farbe auch eine schwache Nuance der grauen Farbe besitzt, wie ja auch, nach dem oben (S. 25—28) angeführten, mehrere andere Sorten die graue Farbe neben der schwarzen besitzen können. Dass die gelbe Farbe von der grauen weniger sichtbar gemacht werden kann, geht aus anderen, unten erwähnten Kreuzungen hervor. Könnte man sich denken, dass die Unterdrückung der gelben Farbe durch die graue so weit gehen könnte, dass das blosse Vorhandensein der grauen Farbeneinheit in e i n e r der Gameten genügte, um die gelbe Farbe unsichtbar zu machen, dann sollten von 16 nicht schwarzen Individuen nur 3 die gelbe Farbe erscheinen lassen. Bei Kreuzung gelb (*G gr.*) × grau (*g Gr.*) werden nämlich von den vier Gameten *G Gr.*, *G gr.*, *g Gr.* und *g gr.* unter den möglichen 16 Verbindungen nur 3 gebildet, bei welchen die graue Farbe in beiden Gameten fehlt, aber die gelbe in einer oder beiden Gameten vorhanden ist, nämlich *G gr.* × *G gr.*, *G gr.* × *g gr.*, *g gr.* × *G gr.* Unter der genannten Voraussetzung sollten also 3 gelbe–gelbliche Individuen auf 13 ohne gelb gebildet werden. Gefunden sind 12 gelbe–gelbliche auf 59 ohne gelb = 3 : 14.8. Von den drei genannten Verbindungen wird aber nur eine, *G gr.* × *G gr.*, konstant gelbe Nachkommen in F_3 ergeben; es wird also 1 konstant gelbe Parzelle auf 16 entstehen. Gefunden sind 5 konstant gelbe Parzellen auf 71 = 1 : 14.2. Unter den schwarz — nicht schwarz spaltenden Parzellen soll in derselben Weise 1 Parzelle mit der Spaltung schwarz–gelb (wo die gelbe Farbe konstant ist, obwohl bei den schwarzen Individuen von der schwarzen Farbe gedeckt) auf 16 vorkommen. Gefunden sind 12 Parzellen mit der Spaltung

[1]) H. Nilsson-Ehle, Om hafresorters konstans. Sver. Utsädesfören. Tidskr. 1907, p. 227. Ref. in Journal f. Landwirtsch. 1908, p. 303.

schwarz–gelb auf 141 = 1 : 11.8. Diejenigen 7 Kombinationen, welche *Gr.* in den beiden Gameten enthalten oder *G* in den beiden Gameten entbehren, sollen in F_3 konstant weiss bleiben, wogegen die übrigen 8 die Spaltung gelb–weiss zeigen müssen. Gefunden sind 32 konstant weisse, 33 gelb–weiss spaltende Parzellen = 7 : 7.2.

Freilich ist mein Versuch, das eigentümliche Verhalten dieser Kreuzung auf obengenannte Weise zu erklären, kaum für mehr als eine Vermutung zu halten, aber die in F_3 gewonnenen Zahlen machen es ziemlich wahrscheinlich, dass das spärliche Auftreten von gelben Pflanzen wirklich auf eine solche Weise zu erklären ist.

Die Kreuzung *0101 gelb* × *0202 schwarz* zeigte in F_2 184 schwarz, 53 weiss—schwach gelblich, 10 gelb. Das Verhältniss schwarz : gelb–weiss ist also das richtige, 2.9 : 1. Dagegen sind auch hier die gelben in zu grosser Minorität. Nur 9 Individuen wurden in F_3 geprüft. 2 gelbe zeigten sich konstant gelb; von 2 weissen blieb 1 konstant weiss, 1 dagegen spaltete gelb-weiss. 3 tiefer schwarze Individuen zeigten lauter schwarze Nachkommen, 2 heller schwarze dagegen Spaltung, und zwar das eine die Spaltung schwarz–gelb, das andere die Spaltung schwarz–weiss. Das Verhältniss der wenigen F_3-Parzellen deutet somit darauf hin, dass diese Kreuzung sich auf dieselbe Weise wie die Kreuzung 0375 × 0401 verhält. Da die Kreuzung in F_3 nicht vollständig verfolgt wurde, giebt es jedoch vorläufig keine Möglichkeit, die zu geringe Zahl der gelben F_2-Individuen zu erklären.

0401 schwarz × *0101 gelb.* F_2: 172 schwarz, 34 weiss—schwach gelblich, 19 gelb = 3.2 schwarz: 1 gelb–weiss. In F_3 wurden folgende Individuen geprüft: 5 gelbe, welche sämtlich sich konstant gelb zeigten; 6 weisse—schwach gelbliche, von denen 5 gelb–weiss spalteten, 1 konstant weiss blieb; 16 heller schwarze, von denen 7 konstant schwarz blieben, 5 Spaltung schwarz–gelb–weiss, 3 Spaltung schwarz–gelb, 1 Spaltung schwarz–weiss ergaben; und schliesslich 14 tiefer schwarze, von denen 7 sich konstant schwarz zeigten, während 3 Spaltung schwarz–gelb–weiss, 2 Spaltung schwarz–gelb und 2 Spaltung schwarz–weiss ergaben. Von den 30 schwarzen blieben also zusammen 14 konstant schwarz, 8 zeigten die Spaltung schwarz–gelb–weiss, während 5 die Spaltung schwarz–gelb und 3 die Spaltung schwarz–weiss ergaben. Mit diesen Zahlen stimmen die theoretisch erwarteten in bester Weise überein:

Berechnetes Verhältniss:	7 : 4 : 2 : 2
Gefundenes »	14 : 8 : 5 : 3 = = 7 : 4.0 : 2.5 : 1.5

01002 schwarz × *0101 gelb.* F_2: 179 schwarz, 22 gelb–gelblich, 25 weiss (— schwach gelblich?) = 3.8 schwarz : 1 gelb–weiss. In F_3 wurden folgende Individuen geprüft: 2 gelbe, welche sich konstant gelb zeigten; 3 weisse, von denen 2 konstant weiss blieben, 1 dagegen Spaltung gelb–weiss ergab; 5 heller schwarze, von denen 1 Spaltung schwarz–gelb-weiss, 2 Spaltung schwarz–gelb zeigten, 2 dagegen konstant schwarz (durchschnittlich heller schwarz als 01002) blieben; und schliesslich 4 tiefer schwarze, die sich sämtlich konstant schwarz zeigten.

0386 gelb / 0670 schwarz. Die Sorte 0670 enthält, wie die oben besprochene Kreuzung 0315 / 0670 zeigt, sowohl die schwarze wie die graue Elementareigenschaft, obwohl die graue von der schwarzen gedeckt wird. Eine Kreuzung zwischen der schwarzen Sorte 0670 (*S Gr. g*) und einer gelben Sorte (*s gr. G*) wird folglich trihybrid. Als »Neuheiten» werden dann sowohl grau (*s Gr. g*) als weiss (*s gr. g*) auftreten. Ausserdem werden noch vier andere Neukombinationen gebildet, *S Gr. G*, *S gr. G*, *S gr. g* (welche doch alle schwarz und mit der schwarzen Elternkombination scheinbar identisch sind) und *s Gr. G* (welche zugleich die gelbe und die graue Farbe besitzt, aber die schwarze entbehrt).

So trifft es auch zu. In F_2 treten als Neuheiten weisse, graue und grau + gelbe Individuen hervor. F_1 bestand aus 4 Individuen, *a*, *b*, *c*, *d*, die wie gewöhnlich jedes für sich in F_2 geprüft wurden.

		schwarz	grau	gelb-gelblich	grau + gelb	weiss
a.	F_2 .	116	22	5	2	10
b.	»	54	11	9	2	3
c.	»	29	6	3	0	4
d.	»	59	14	3	1	5
Summa		258	53	20	5	22

Wenn grau und gelb über ihr resp. Fehlen rein dominierten und beide auf einmal an den Spelzen zum Vorschein kommen könnten, sollte man folgendes Verhältniss bekommen: 48 schwarz : 9 grau + gelb : 3 grau : 3 gelb : 1 weiss. Aber wenn die gelbe Farbe nur dann sichtbar wird, wenn beide Gameten *G* enthalten, werden von 16 Individuen nur 4 gelb (*G Gr.* × *G Gr.*, *G Gr.* × *G gr.*, *G gr.* × *G Gr.* und *G gr.* × *G gr.*), die übrigen 12 nicht gelb erscheinen; also 1 gelb : 3 nicht gelb. Die gefundenen Zahlen sind 20 + 5 = 25 deutlich gelb, 53 + 22 = 75 nicht gelb = 1 gelb : 3 nicht gelb. Es scheint, als ob von den 16 Verbindungen nur die Verbindung *G Gr.* × *G Gr.* die gelbe und die graue Farbe gleichzeitig hervortreten liesse, denn nur 5 solche gelb + graue Individuen wurden unter sämtlichen 100 gelben–grauen–weissen Individuen gefunden. Es ist nach dem, was aus den vorigen Kreuzungen hervorgegangen ist, sehr wahrscheinlich, dass ein Teil der als weiss bezeichneten Individuen Heterozygoten grau × weiss und gelb × weiss sind, ebenso wie natürlich ein Teil der grauen Individuen Heterozygoten gelb × weiss und ein Teil der gelben Individuen Heterozygoten grau × weiss sein können. Die wirklichen Zahlenverhältnisse können also nur durch eine Separatprüfung sämtlicher Individuen in F_3, welche jedoch bis jetzt nicht gemacht worden ist, ermittelt werden. Da man aber weiss, dass sowohl die gelbe Farbe wie die graue bei einem Teil der Heterozygoten rezessiv sein kann, geben die gefundenen Zahlen keinen Grund für die Annahme, dass die einzelnen Elementareigenschaften schwarz, grau und gelb sich von der gewöhnlichen Mendelschen Spaltungsweise 1 : 2 : 1 abweichend verhalten sollten. Die Zahl der schwarzen im Verhältniss zu den nicht schwarzen ist jedenfalls annähernd richtig.

a.	116 schwarz,	39 nicht schwarz	= 3.0	schwarz : 1 nicht schwarz
b.	54 »	25 » »	= 2.2	» 1 » »
c.	29 »	13 » »	= 2.2	» 1 » »
d.	59 »	23 » »	= 2.6	» 1 » »
Summa	258 schwarz,	100 nicht schwarz	= 2.6	schwarz : 1 nicht schwarz.

0386 gelb × 0680 schwarz. Auch die Sorte 0680 zeigte, dass sie neben der schwarzen Elementareigenschaft zugleich die graue besitzt. F_2 ergab nämlich: 23 schwarz, 4 grau, 1 gelb, 2 weiss = 3.3 schwarz : 1 nicht schwarz.

Ebenso wie bei den Kreuzungen schwarz × weiss war auch bei sämtlichen Kreuzungen schwarz × gelb die schwarze Farbe der F_1-Individuen nicht so tief wie bei dem schwarzen Elter. Besonders abgeschwächt in F_1 war die schwarze Farbe bei den Kreuzungen 0375 × 0450, 0101 × 0202, 0401 × 0101 und 01002 × 0101. Die verschiedenen F_1-Individuen derselben Kreuzung verhielten sich auf ungefähr dieselbe Weise.

Die Spaltung in F_2 ergiebt, wenn alle Kreuzungen schwarz × gelb zusammengerechnet werden, 1694 schwarze, 523 nicht schwarze Individuen = 3.2 schwarz : 1 nicht schwarz. Die Linie *d* der Kreuzung 0375 × 0401 zeigt das stark abweichende Verhältniss 5.5 : 1, was vorläufig nicht erklärt werden kann. Sonst sind die Schwankungen des Verhältnisses 3 : 1 nicht grösser als bei den vorher besprochenen Kreuzungen.

Bei den Kreuzungen, die in F_3 verfolgt worden sind, ist auch das Verhältniss zwischen den konstant schwarzen Parzellen und den in schwarz–nicht schwarz spaltenden annähernd richtig. Bei der Kreuzung 0375 × 0450 sind die konstant schwarzen zu zahlreich (89 : 141 statt 77 : 153), was jedoch im Einklang damit steht, dass der nicht schwarzen F_2-Individuen zu wenige sind; wahrscheinlich sind also in diesem Falle schwarze Gameten in etwas grösserer Anzahl als nicht schwarze zur Befruchtung gelangt.

Wie gewöhnlich sind die Heterozygoten schwarz × nicht schwarz der F_2 im Durchschnitt heller gefärbt als die Homozygoten schwarz × schwarz, aber auch viele (bei gewissen Kreuzungen sogar die meisten) der letztgenannten sind entschieden heller gefärbt als die Elternsorte. Bei den Kreuzungen 0375 × 0401 und 0375 × 0450 wurde die Farbe der F_2-Individuen gradiert. Für 0375 × 0401 wurden dann folgende Zahlen erhalten. 1 bezeichnet die schwächste Ausbildung der Farbe, 5 die stärkste (wie bei 0401).

Grad 1.	15	Individuen, von denen in F_3	2	konstant blieben,	13 spalteten.
» 2.	34	» » » » »	12	» »	22 »
» 3.	60	» » » » »	15	» »	45 »
» 4.	20	» » » » »	16	» »	4 »
» 5.	2	» » » » »	1	» »	1 »

Die Kreuzung 0375 × 0450 ergab folgende Zahlen. Grad 4 bezeichnet die stärkste Ausbildung der Farbe (wie bei 0450).

Grad											
Grad 1.	87	Individuen,	von	denen	in	F_3	24	konstant	blieben,	63	spalteten.
» 2.	115	»	»	»	»	»	49	»	»	66	»
» 3.	26	»	»	»	»	»	14	»	»	12	»
» 4.	2	»	»	»	»	»	2	»	»	0	»

Bei diesen beiden Kreuzungen sind also die weitaus meisten homozygoten F_2-Individuen heller gefärbt als die resp. Elternsorte, und die heterozygoten F_2-Individuen sind durchschnittlich nur wenig heller als die homozygoten.

In Übereinstimmung damit zeigen auch die meisten konstant schwarzen F_3-Parzellen eine durchschnittlich hellere Farbe als die resp. Elternsorte. Bei gewissen Parzellen sind alle Individuen hellbraun; andere zeigen tiefer und heller gefärbte Individuen. Eine vollständige Parallelität zwischen dem Farbegrad der F_2-Individuen und demjenigen ihrer Nachkommenparzellen besteht jedoch nicht, was auch nicht zu erwarten ist, denn die individuellen Differenzen im Farbegrad sind offenbar zum Teil nur zufällig, von äusseren Schwankungen herrührend (»somatisch»), und nicht in der Gametenkonstitution begründet. Im grossen und ganzen vererbt sich aber die hellere Farbe deutlich.

Es entstehen also bei diesen Kreuzungen wie gewöhnlich erbliche schwächere Abstufungen der schwarzen Farbe. Auch bei der Kreuzung 0401 × 0101 waren viele von den konstant schwarzen F_3-Parzellen durch eine hellere Farbennuance als die der Sorte 0401 gekennzeichnet. Unter den wenigen F_3-Parzellen der Kreuzungen 01002 × 0101 und 0101 × 0202 giebt es ebenfalls gewisse mit abgeschwächter Farbe. Bei der Kreuzung 0386 × 0670 betragen die F_2-Individuen mit nicht oder kaum abgeschwächter Farbe wenigstens die Hälfte der sämtlichen schwarzen. Vermutlich werden jedoch auch bei dieser Kreuzung, obwohl in geringerer Anzahl, erbliche Formen mit abgeschwächter Farbe gebildet. Diese Kreuzung ist indessen bis jetzt nicht in F_3 verfolgt worden, und es kann deshalb vorläufig darüber nichts Bestimmtes gesagt werden.

Die Kreuzungen schwarz × gelb haben genügend gezeigt, dass die schwarze und gelbe (ebenso wie die graue) Farbe unabhängig von einander mit ihrem Fehlen Merkmalspaare bilden. Durch Kreuzung zwischen einer schwarzen Sorte, welche die gelbe Farbe entbehrt, und einer gelben Sorte, welche die schwarze Farbe entbehrt, müssen also Kombinationen entstehen, bei denen beide Farben fehlen und die daher weiss werden, und daneben auch Kombinationen, welche sowohl die schwarze als die gelbe Farbe zugleich besitzen. Bei sämtlichen sieben von mir gemachten Kreuzungen schwarz × gelb wurden weisse Individuen in F_2 ausgespaltet. Keine von den bei den Kreuzungen benutzten schwarzen Sorten war also zugleich gelb, denn dann hätte ja F_2 nur schwarz und gelb geben können. Die Kreuzungen lehren auch, dass eine Form zugleich die schwarze, graue und gelbe Farbeneinheit

besitzen kann (*S Gr. G*). Durch Kreuzung einer solchen schwarzen Form mit einer weissen (*s gr. g*) müssen sowohl graue (*s Gr. g*) wie gelbe (*s gr. G*) wie grau + gelbe (*s Gr. G*) als für das Auge erkennbare »Neuheiten«, d. h. Neukombinationen, entstehen.

e. *Grau* × *gelb.*

Ich habe nur eine solche Kreuzung gemacht, *0336 gelb* × *0669 grau*. F_2 zeigte 31 graue, 17 gelbe, 2 grau + gelbe und 16 weisse Individuen. Gelb und grau spalten also unabhängig von einander, und folgende neuen Kombinationen müssen dann auftreten: *gr. g* = weiss, wo beide Farben fehlen, und *Gr. G* = grau + gelb, wo beide vorkommen. Aber da beide Farben bei den Heterozygoten teilweise rezessiv sind, können auch hier die richtigen Zahlenverhältnisse erst durch Prüfung sämtlicher Individuen in F_3 ermittelt werden. Die grau + gelben Individuen, die ja $^1/_{16}$ von der ganzen Individuenanzahl ausmachen sollten, sind allerdings zu selten, aber bei einer so kleinen Individuenzahl können Abweichungen wie 2 Individuen statt 4 natürlich leicht zufällig eintreffen.

Kurze Zusammenfassung der wichtigeren Resultate der Untersuchungen über die Spelzenfarben des Hafers.

Die in die zweite und teilweise auch in die dritte Generation fortgesetzten Kreuzungen haben gezeigt, dass die drei Spelzenfarben schwarz, gelb und grau von einander vollkommen unabhängige Elementareigenschaften oder Einheiten darstellen, indem jede für sich ganz selbständig spaltet.

Von den drei Farbeneinheiten und ihren Fehlen können acht verschiedene Kombinationen gebildet werden. Die weisse Farbe bezeichnet Fehlen sämtlicher drei Einheiten. Wenn die schwarze Einheit vorhanden ist, kann man nicht sehen, ob die beiden anderen es auch sind oder nicht. Durch Kreuzung einer Form, die nur die schwarze Einheit besitzt, mit einer gelben oder grauen müssen Kombinationen entstehen, denen sowohl die schwarze als die gelbe bezw. graue Einheit abgeht, und welche also weiss werden. Eine Kreuzung zwischen einer schwarzen Form, die zugleich die gelbe oder graue Einheit besitzt, und einer weissen muss umgekehrt gelbe bezw. graue Formen ergeben. Bei Kreuzung einer schwarz + gelben Form mit einer gelben muss die gelbe Farbe, die bei beiden Formen vorhanden ist, konstant bleiben; nur die schwarze Farbe spaltet, und es können also nur schwarz + gelbe und gelbe Formen gebildet werden.

Die bei den Kreuzungen neu auftretenden Formen bedeuten also nicht andere Einheiten als diejenigen der Elternsorten, sondern nur neue Gruppierungen schon vorhandener Einheiten.

Dagegen ist bei meinen Kreuzungen nie der Fall eingetroffen, dass Einheiten entstanden sind, die sich nicht bei den Eltern vorfinden. Kreuzungen zwischen verschiedenen weissen Sorten haben also in F_2 keine grauen, gelben oder schwarzen

Individuen ergeben [1]), ebenso wenig wie aus den Verbindungen gelb × weiss, gelb × × gelb, grau × weiss oder gelb × grau schwarz entstanden ist. Von s. g. Hybridmutationen bieten also meine Kreuzungen kein Beispiel.

Bezüglich der schwarzen Farbe ist es ferner durch einen Fall (0353 weiss × × 0668 schwarz) erwiesen worden, dass es mehr als eine selbständige Einheit giebt, die diese Farbe bewirken kann. In dem genannten Falle waren zwei von einander unabhängig spaltende Einheiten vorhanden, die jede für sich ungefähr die gleiche Farbe erzeugten. Etwa dieselbe sichtbare Ausseneigenschaft kann also von verschiedenen, ganz selbständigen Einheiten bewirkt werden.

Die Spaltung bezeichnet — wie besonders das Verhalten der dritten Generation deutlich erwiesen hat — stets eine Aufteilung der Gameten in solche, die die betreffende Einheit besitzen, und solche, die dieselbe nicht besitzen. Die Theorie, dass die Merkmalspaare regelmässig aus Anwesenheit und Abwesenheit je einer Einheit bestehen, wird also auch durch die meistens sehr einfachen und klaren Spaltungsverhältnisse bei den Spelzenfarben des Hafers befestigt.

Die vielen erblichen Abstufungen jeder Farbenart können auf zwei verschiedene Weisen zu stande kommen, teils durch verschiedenes Kombinieren selbständiger, schwarzer Farbeneinheiten, teils auch, und wohl am öftesten, durch blosses Modifizieren der Wirkung einer und derselben Farbeneinheit von seiten anderer Eigenschaften.

Man könnte sich dabei vorstellen, dass besondere Modifikationseinheiten (M_1 etc.) vorhanden seien, die z. B. die schwarze Farbe (S) abschwächen. Durch Kreuzung einer weissen Sorte, die gewisse solche M-Einheiten besässe, mit einer schwarzen Sorte, bei der andere vorhanden wären, d. h. durch Kreuzung z. B. von

$$\text{weiss} = M_1\ M_2\ m_3\ s$$

mit

$$\text{schwarz} = m_1\ m_2\ M_3\ S,$$

könnten dann leicht sowohl Abschwächungen ($M_1\,M_2\,M_3\,S$) als Verstärkungen ($m_1\,m_2\,m_3\,S$) der schwarzen Farbe zu stande kommen. Da aber nur S die schwarze Farbe bewirkt, muss eine solche Kreuzung im übrigen in gewöhnlicher Weise spalten (3 schwarz : 1 weiss). Es ist auch einleuchtend, dass nur wenige solche Modifikationseinheiten nötig sind, um durch verschiedene Gruppierung die ganze Reihe erblicher Abstufungen hervorzurufen.

Wahrscheinlicher ist jedoch wohl — wie oben näher besprochen wurde —, dass die Modifizierung nicht durch besondere Einheiten dieser Art, sondern durch in anderen Teilen der Pflanze gleichzeitig sich äussernde Einheiten bewirkt wird, deren verschiedenes Zusammentreten eben eine stärkere oder schwächere Ausbildung der Farbe zur Folge hat. Doch können nur fortgesetzte Untersuchungen nähere Aufklärung über diesen Punkt geben. Die Anzahl sicher konstatierter, selbständiger

---

[1]) Die Kreuzungen weiss × weiss, die ja für die Farbenspaltungen sonst kein Interesse haben, sind im obigen nicht erörtert worden. Ich habe bis jetzt nur 3 Kreuzungen weiss × weiss (0301 × 0926, 0315 × 0924 und 0924 × 0353) und 1 gelb × gelb (0198 × 0380) in F_2 untersucht.

Einheiten wächst allerdings — wie aus dem folgenden näher hervorgeht — beständig, und man muss immer mehr zu der Überzeugung gelangen, dass die wirklichen Einheiten, absolut genommen, zahlreich sind, obwohl ihre besondere Wirkung oft sehr schwierig festzustellen ist. Die Hypothese von besonderen Modifikationseinheiten ist also keineswegs ganz unwahrscheinlich.

Es sei nur noch hervorgehoben, dass andere erbliche Abstufungen der Farbenarten als diejenigen der Eltern, seien es Abschwächungen oder Verstärkungen oder beides, sehr häufig, nach den genauer untersuchten Fällen zu schliessen sogar regelmässig, bei Kreuzungen zu stande kommen.

2. Ährenfarbe beim Weizen.

Meine Kreuzungen haben sich auf braun- (= rot-) und weissährige Sorten beschränkt. Die bisher bekannten Kreuzungen zwischen braun- und weissährigen Sorten haben nach v. Tschermak (in Fruwirth, Die Züchtung landwirtsch. Kulturpfl. IV, 1907) das gewöhnliche Verhältniss, 3 braun : 1 weiss, in F_2 gezeigt.

Auch fast alle meine Kreuzungen beim Sommerweizen und die meisten beim Winterweizen folgen zweifellos dem monohybriden Schema 1 : 2 : 1, obwohl scheinbare Abweichungen bisweilen vorkommen. Die Heterozygoten werden nämlich nicht immer rein braun, d. h. die braune Farbe dominiert keineswegs immer vollständig, sondern ist sehr oft mehr oder weniger abgeschwächt, ja in gewissen Fällen kaum oder nicht sichtbar.

a. *Sommerweizenkreuzungen.*

Wie die nachfolgende Übersicht über eine Anzahl in den Jahren 1900—1902 untersuchter Kreuzungen bei Sommerweizen zeigt, ist es in vielen Fällen eingetroffen, dass in F_2 als weiss bezeichnete Individuen in F_3 Spaltung braun–hellbraun–weiss zeigen.

Dadurch, dass also ein Teil der Heterozygoten den weissen zugerechnet worden ist, bekommen die meisten Kreuzungen im Durchschnitt sämtlicher spaltenden F_3-Parzellen zu viel weisse. Sämtliche Kreuzungen zusammen zeigen 2625 braun, 987 weiss = 2.7 braun : 1 weiss, also etwas zu viel weisse; bei gewissen Kreuzungen finden wir nur 2.3 oder sogar nur 1.6 braun auf 1 weiss.

Es fällt ferner sofort auf, dass die als weiss bezeichneten F_2-Heterozygoten in vielen Fällen eine abweichende Spaltung zeigen, indem sie nämlich gar zu viel weisse im Verhältniss zu den braunen ergeben, z. B. bei der Kreuzung 0501 × 0503 16 braun : 23 weiss, bei der Kreuzung 0504 × 0503 26 braun : 36 weiss usw. Dies kommt nun sicherlich nur daher, dass hier ein grosser Teil der Heterozygoten weiss wird, und es ist also höchst unwahrscheinlich, dass wir hier wirklich Abweichungen vom Mendelschen Verhältnisse 1 : 2 : 1 haben. Von Interesse ist jedoch zu konstatieren, dass die als weiss bezeichneten F_2-Heterozygoten die deut-

Eltern	F_2 Anzahl von Individuen: braun –hellbraun	F_2 Anzahl von Individuen: weiss	F_2 Anzahl von braunen Individuen auf 1 weisses	F_3 spaltende Parzellen: Ährenfarbe der Mutterpflanze	F_3 Anzahl von Individuen: braun –hellbraun	F_3 Anzahl von Individuen: weiss	F_3 Anzahl von braunen Individuen auf 1 weisses
0501 weiss × 0503 braun *a*	—	—		hellbraun	12	10	
» » » » »				weiss	16	28	
» » » » *b*	—	—		braun	31	10	
» » » » »				»	17	8	
» » » » *c*	—	—		hellbraun	42	12	
» » » » »				»	39	9	
» » » » »				braun	17	5	
Summa	—	—			174	77	2.3
0503 braun × 0501 weiss *a*	15	3		braun	16	9	
» » » » »				»	28	13	
» » » » »				hellbraun	36	15	
» » » » »				»	31	20	
» » » » *b*	8	1		braun	60	9	
» » » » »				»	28	13	
» » » » *c*	4	1		»	21	5	
» » » » *d*	4	1		»	19	10	
» » » » *e*	5	5		»	110	33	
» » » » »				weiss	20	8	
» » » » *f*	5	0		braun	5	9	
Summa	40	11	3.6		374	144	2.6
0503 braun × 0504 weiss *a*	10	5		weiss	41	32	
0504 weiss × 0503 braun *a*	8	1		hellbraun	49	19	
» » » » *b*	2	0		braun	12	2	
» » » » *c*	4	2		weiss	26	36	
» » » » *d*	2	2		hellbraun	62	27	
Summa	26	10	2.6		190	116	1.6

Eltern	F_2 Anzahl von Individuen: braun –hellbraun	F_2 Anzahl von Individuen: weiss	F_2 Anzahl von braunen Individuen auf 1 weisses	F_3 spaltende Parzellen: Ährenfarbe der Mutterpflanze	F_3 Anzahl von Individuen: braun –hellbraun	F_3 Anzahl von Individuen: weiss	F_3 Anzahl von braunen Individuen auf 1 weisses
0503 braun × 0601 weiss *a*	4	1		—	—	—	
» » » » *b*	3	1		—	—	—	
» » » » *c*	4	0		—	—	—	
» » » » *d*	5	3		braun	22	14	
» » » » *e*	7	2		hellbraun	29	5	
» » » » »				braun	18	10	
Summa	23	7	3.3		69	29	2.4
0601 weiss × 0503 braun *a*	—	—		weiss	14	7	
» » » » »				»	31	11	
Summa	—	—	—		45	18	2.5
0601 weiss × 0729 braun *a*	2	4		weiss	89	11	
» » » » »				»	9	4	
» » » » »				hellbraun	58	12	
» » » » »				braun	44	16	
» » » » *b*	8	2		»	55	22	
» » » » »				»	63	18	
» » » » »				weiss	33	15	
» » » » *c*	5	1		braun	33	12	
» » » » »				»	41	18	
» » » » »				»	15	3	
» » » » »				weiss	9	1	
» » » » *d*	5	3		hellbraun	49	7	
» » » » »				»	51	9	
Summa	20	10	2.0		499	143	3.5

0729 braun × 0601 weiss *a*	11	2		braun	82	20	
» » » » »				hellbraun	34	11	
» » » » »				braun	58	11	
» » » » »				»	63	24	
» » » » *b*	5	3		hellbraun	94	18	
» » » » »				»	36	5	
Summa	16	5	3.2		367	89	4.1
0603 braun × 0501 weiss *a*	14	2		braun	20	12	
» » » » »				»	34	12	
» » » » »				»	13	3	
» » » » »				hellbraun	30	14	
» » » » »				»	24	11	
Summa	14	2	7.0		121	52	2.3
0601 weiss × 0510 braun *a*	12	4		braun	102	34	
» » » » »				hellbraun	39	16	
» » » » »				»	24	7	
» » » » »				»	15	7	
» » » » *b*	7	0		braun	24	8	
» » » » »				hellbraun	2	3	
» » » » *c*	7	4		braun	26	11	
» » » » *d*	7	2		»	40	13	
» » » » »				»	74	17	
» » » » *e*	6	1		»	72	46	
» » » » *f*	8	1		»	70	39	
Summa	47	12	3.9		488	201	2.4
0504 weiss × 0729 braun *a*	1	1		hellbraun	43	17	
» » » » *b*	4	0		»	16	3	
Summa	5	1	5.0		59	20	3.0
0503 braun × 0750 weiss *a*	7	1		hellbraun	38	7	
» » » » »				weiss	8	31	
Summa	7	1	7.0		46	38	1.2
0750 weiss × 0503 braun *a*	8	0		hellbraun	42	16	
» » » » *b*	2	3		braun	24	7	
» » » » »				hellbraun	9	3	
» » » » *c*	3	1		»	12	2	
» » » » *d*	2	2		»	41	12	
» » » » »				weiss	10	12	
» » » » *e*	—	—		hellbraun	55	8	
Summa	15	6	2.5		193	60	3.2

liche Tendenz haben, in ihrer Nachkommenschaft wieder relativ zahlreiche weisse Heterozygoten zu bilden. Wenn man die Nachkommen der braunen und hellbraunen für sich und diejenigen der weissen für sich zusammenrechnet, so erhält man nämlich von den braunen und hellbraunen Mutterpflanzen 2369 braun, 796 weiss oder gerade 3.0 braun : 1 weiss, von den weissen dagegen 256 braun, 191 weiss = 1.3 braun : 1 weiss. Die weissen F_2-Heterozygoten vererben also die weisse Farbe in der Weise, dass sie relativ zahlreiche weisse Heterozygotnachkommen liefern.

Eine Übersicht über sämtliche F_3-Parzellen, auch die konstanten, wird zur Erklärung dieser Sache beitragen (s. folgende Seite). Eine Summierung der drei Gruppen braun, hellbraun, weiss ergiebt dort folgende Zahlen:

von 54 braunen Individuen bleiben 22 konstant braun–hellbraun, 32 spalten braun–hellbraun–weiss
» 38 hellbraunen » » 9 » » » 29 spalten braun–hellbraun–weiss
» 54 weissen » » 41 » weiss, 13 spalten braun–hellbraun–weiss.

Die heterozygoten F_2-Individuen können also teils braun, teils hellbraun oder weiss sein. Die meisten der hellbraunen, d. h. intermediären, Individuen sind wie gewöhnlich heterozygot. Es giebt aber auch, wie aus der Übersicht hervorgeht,

	Zahl von ausgesäten Individuen aus F_2	Zahl von Parzellen in F_3				
		konstant braun	braun—hellbraun	konstant hellbraun	konstant weiss	Spaltung braun—hellbraun—weiss
0501 × 0503 braun	6	2	1	—	—	3
» » hellbraun	3	—	—	—	—	3
» » weiss	5	—	—	—	4	1
0503 × 0501 braun	12	3	2	—	—	7
» » hellbraun	3	1	—	—	—	2
» » weiss	9	—	—	—	8	1
0503 × 0504 braun	3	2	—	—	—	1
» » hellbraun	4	1	1	—	—	2
» » weiss	6	—	—	—	4	2
0503 × 0601 braun	5	3	—	—	—	2
» » hellbraun	2	—	—	1	—	1
» » weiss	5	—	—	—	5	—
0601 × 0503 weiss	2	—	—	—	—	2
0601 × 0729 braun	7	—	1	1	—	5
» » hellbraun	5	—	—	1	—	4
» » weiss	7	—	—	—	3	4
0729 × 0601 braun	4	—	—	1	—	3
» » hellbraun	4	—	—	1	—	3
» » weiss	3	—	—	—	3	—
0603 × 0601 braun	4	1	—	—	—	3
» » hellbraun	2	—	—	—	—	2
» » weiss	2	—	—	—	2	—
0601 × 0510 braun	8	—	1	—	—	7
» » hellbraun	4	—	—	—	—	4
» » weiss	8	—	—	—	8	—
0504 × 0729 hellbraun	3	—	—	1	—	2
» » weiss	1	—	—	—	1	—
0503 × 0750 braun	1	—	1	—	—	—
» » hellbraun	1	—	—	—	—	1
» » weiss	2	—	—	—	1	1
0750 × 0503 braun	4	3	—	—	—	1
» » hellbraun	7	1	1	—	—	5
» » weiss	4	—	—	—	2	2

hellbraune Individuen, die homozygot sind und nur hellbraune Nachkommen ergeben. Es entstehen also hier, ganz wie bei den Spelzenfarben des Hafers, auch bei der gewöhnlichen monohybriden Spaltung 1 : 2 : 1, homozygote Abstufungen mit abgeschwächter brauner Farbe, welche erblich sind. Ferner giebt es auch hier Parzellen, deren Individuen zwar sämtlich braun sind (d. h. nicht zum Teil weiss), welche aber eine bisweilen sehr deutliche Aufspaltung in tiefer und heller braune Individuen zeigen. Dies häufige oder wohl sogar regelmässige Auftreten von heller braunen Abstufungen beweist am besten, dass diese keine spontanen Neubildungen, keine selbständig geschaffenen Variationen bezeichnen, sondern nach der Kreuzung entstehen müssen. Da die Farbe bei diesen Kreuzungen im übrigen deutlich monohybrid spaltet, kann natürlich nicht von mehreren Farbeneinheiten die Rede sein, sondern die erwähnten Abstufungen dürften wohl auch hier nur

als Folgeerscheinung des neuen Zusammentretens anderer Eigenschaften zu betrachten sein.

Es werden also hellbraune erbliche Abstufungen gebildet, und es ist zu erwarten, dass die Heterozygoten hellbraun × weiss eine hellere Farbe als die Heterozygoten braun × weiss zeigen. Die als weiss bezeichneten Heterozygotindividuen der F_2 sind wohl in Wirklichkeit eben aus der Vereinigung der am hellsten braunen Gameten und der weissen Gameten hervorgegangen. Dann ist es aber auch selbstverständlich, dass eben diese Individuen, wenn sie nur hellbraune Gameten nebst weissen bilden, relativ zahlreiche weisse Heterozygotnachkommen ergeben müssen, wodurch solche Verhältnisse wie 26 : 36 in F_3 zu stande kommen können. Die meisten der 13 spaltenden Parzellen aus weissen Mutterpflanzen spalten auch in der Tat nebst weissen Individuen nur oder hauptsächlich hellbraune (wenige oder keine braunen) aus. Bei der Kreuzung 0504 × 0503 *c* waren die 26 Individuen grösstenteils hellbraun. Bei 0601 × 0503 (Spaltung 14 : 7 und 31 : 11) waren von den 14 Individuen 13 hellbraun; die 31 Individuen waren sämtlich hellbraun — beinahe ganz weiss und im letzten Falle nicht sicher von den rein weissen zu unterscheiden. Ebenso waren bei der Kreuzung 0601 × 0729 *a* (Spaltung 39 : 11) von den 39 Individuen 38 hellbraun (nur 1 wurde als braun bezeichnet), bei *b* (Spaltung 33 : 15) von den 33 Individuen 30 hellbraun. Bei den Kreuzungen 0503 × 0750 (Spaltung 8 : 31) und 0750 × 0503 (Spaltung 10 : 12) waren die 8 und 10 Individuen sämtlich hellbraun.

Dass die weissen Heterozygotindividuen der F_2 aus der Vereinigung neugebildeter hellbrauner Abstufungen mit weiss hervorgehen, ist übrigens auch daraus zu folgern, dass F_1 derselben Kreuzungen keine weissen, sondern nur braune–hellbraune Individuen zeigte. Die bei der Kreuzung benutzten braunährigen Sorten waren aber auch sämtlich echt braun; keine war hellbraun.

Es ist also hier im allgemeinen nicht so wie bei der gelben Spelzenfarbe des Hafers, wo schon die Heterozygotindividuen der F_1 die gelbe Farbe mit der weissen kontinuierlich verbinden. Nur bei hellbraunen Sorten verbinden die F_1-Heterozygoten in kontinuierlicher Weise braun mit weiss. Aber da durch Kreuzung zwischen echt braunen und weissen Sorten hellbraune Abstufungen gebildet werden, bekommen wir auch hier, obwohl erst in F_2, durch die Heterozygoten eine kontinuierliche Serie zwischen braun und weiss.

Dagegen verbinden die konstanten Abstufungen der braunen Farbe nicht ganz kontinuierlich braun mit weiss, wenn man auch nicht immer beim ersten Anblick die am hellsten braunen Abstufungen von den weissen unterscheiden kann.

Als hauptsächliche theoretische Ergebnisse dieser in F_3 untersuchten Sommerweizenkreuzungen sei hervorgehoben, einerseits dass sie überall dem gewöhnlichen Mendelschen Verhältnisse 1:2:1 gefolgt sind, und dass die Abweichungen davon nur scheinbar sind; andererseits aber auch, dass bei solcher monohybrider Spaltung verschiedene erbliche Abstufungen der braunen Farbe gebildet werden.

Es ist zu bemerken, dass unter den 41 als konstant weiss bezeichneten F_3-Parzellen (mit zusammen 1561 Individuen) 2 je ein braunes Individuum aufwiesen. Es kamen also auf 1561 F_3-Individuen 2 braune. Diese braunen Individuen können von natürlicher Kreuzung in F_2 mit braunen Nachbarindividuen herrühren. Auch wenn dies der Fall ist, geht doch aus den genannten Zahlen hervor, dass der Vicinismus auch beim Sommerweizen gar zu selten ist, um auf die Kreuzungsuntersuchungen störend einwirken zu können.

Im Jahre 1906 wurde wieder eine Anzahl von Kreuzungen zwischen braun- und weissährigen Sommerweizensorten gemacht. Diese ergaben in F_2 folgende Spaltungen:

Kreuzung		braun	weiss		
0201 weiss × 0729 braun	*a.*	59 braun,	19 weiss	= 3.1 braun	: 1 weiss
» » » »	*b.*	32 »	10 »	= 3.2 »	1 »
» » » »	*c.*	36 »	15 »	= 2.4 »	1 »
» » » »	*d.*	39 »	13 »	= 3.0 »	1 »
» » » »	*e.*	35 »	7 »	= 5.0 »	1 »
» » » »	*f.*	19 »	7 »	= 2.7 »	1 »
» » »	Summa	220 braun,	71 weiss	= 3.1 braun	: 1 weiss

Kreuzung		braun	weiss		
0702 weiss × 0729 braun	*a.*	73 braun,	19 weiss	= 3.8 braun	: 1 weiss
» » » »	*b.*	32 »	10 »	= 3.2 »	1 »
» » »	Summa	105 braun,	29 weiss	= 3.6 braun	: 1 weiss

Kreuzung		braun	weiss		
Rot. Schlanstedter × 0750 weiss	*a.*	30 braun,	9 weiss	= 3.3 braun	: 1 weiss
» » » »	*b.*	11 »	2 »	= 5.2 »	1 »
» » » »	*c.*	25 »	7 »	= 3.6 »	1 »
» » »	Summa	66 braun,	18 weiss	= 3.7 braun	: 1 weiss

Kreuzung		braun	weiss		
0750 weiss × 0729 braun	*a.*	12 braun,	5 weiss	= 2.4 braun	: 1 weiss
» » » »	*b.*	24 »	10 »	= 2.4 »	1 »
» » »	Summa	36 braun,	15 weiss	= 2.4 braun	: 1 weiss

Kreuzung		braun	weiss		
0201 weiss × 0715 braun	*a.*	12 braun,	3 weiss	= 4.0 braun	: 1 weiss
» » » »	*b.*	59 »	7 »	= 8.4 »	1 »
» » »	Summa	71 braun,	10 weiss	= 7.1 braun	: 1 weiss

0702 weiss × 0740 braun. 42 braun, 3 weiss = 14.0 braun : 1 weiss

Die Spaltung bei den vier ersten Kreuzungen ist die gewöhnliche monohybride. Die letzte Kreuzung dagegen zeigt eine deutliche dihybride Spaltung; die braune Farbe der Sorte 0740 muss also von zwei Einheiten bedingt sein. Bei der Kreuzung 0201 × 0715 scheint die Linie *a* sich in der gewöhnlichen monohybriden Weise zu verhalten, wogegen die Linie *b* sehr abweichendes Zahlen-

verhältniss zeigt; ohne Kenntniss des Verhaltens der F_3 kann aber keine Erklärung desselben gegeben werden.

Unter sämtlichen 7 gekreuzten braunährigen Sommerweizensorten, 0503, 0510, 0603, 0715, 0729, 0740 und Rot. Schlanstedter, hat also nur eine, 0740, zwei Einheiten für die braune Farbe gezeigt; bei den übrigen ist nur eine Farbeneinheit vorhanden.

Aus dem Charakter der braunen Farbe ist durchaus nicht ersichtlich, dass die Sorte 0740 zwei Einheiten besitzt. Zwar ist die Farbe bei 0740 etwas (doch unbedeutend) tiefer braun als z. B. bei 0729, aber zwischen 0740 und anderen Sorten, wie 0503, sind keine sicheren Differenzen bemerkbar. Nach dem oben gesagten kann dieselbe Farbeneinheit ebenso grosse oder noch grössere erbliche Schwankungen zeigen.

Wir haben also hier ein neues Beispiel davon, dass man aus einer bestimmten Ausseneigenschaft nichts sicheres betreffs der wirklichen Einheiten schliessen kann.

Bei Kreuzungen zwischen verschiedenen braunährigen Sorten, 0503 × 0729, Rot. Schlanstedter × 0715 und Rot. Schlanstedter × 0729, waren alle F_2-Individuen braun (keine weiss). Es ist dadurch bewiesen worden, dass bei diesen vier Sorten, die aus verschiedenen Ländern stammen [1]), dieselbe Einheit für die braune Farbe vorhanden ist.

Interessant ist, dass 0740, die zwei Einheiten für die braune Farbe besitzt, direkt aus einer alten in der Provinz Dalarne gebauten Landesweizenrasse stammt. Diese alte Rasse hat durchweg braune, begrannte Ähren und zeigt einen hohen Grad von Homogenität. Andere alte Sommerweizenrassen sind Gemische von braun- und weissährigen Formen, die sich ja leicht mit einander kreuzen können. Infolgedessen dürfte es bei solchen Rassen schwieriger sein, braunährige Formen zu finden, bei denen die braune Farbe von mehr als einer Einheit bedingt wäre.

b. *Winterweizenkreuzungen.*

Beim Winterweizen sind nur wenige braunährige Sorten mit weissährigen von mir gekreuzt worden. Drei Kreuzungen mit der braunährigen Sorte 0705 haben sich auf die gewöhnliche Weise verhalten:

0705 braun × 0103 weiss. F_2. 3 braun, 10 hellbraun, 4 weiss.
0203 weiss × 0705 braun. » 77 braun–hellbraun, 23 weiss.
0401 weiss × 0705 braun. » überwiegend braun–hellbraun, ein Teil weiss.

Von der Kreuzung 0401 × 0705 wurden in F_3 drei Pflanzen der braunen–hellbraunen Gruppe ausgesät, von denen eine nur braune Nachkommen lieferte, die beiden anderen dagegen die gewöhnliche Spaltung, etwa 70 % braun, 30 % weiss, zeigten; ausserdem wurde eine weisse Pflanze ausgesät, die konstant weiss blieb.

---

[1]) Rot. Schlanstedter ist ursprünglich ein französischer Weizen (= Bordeauxweizen), 0715 ist einer norwegischen Landesweizensorte entnommen, und 0729 stammt ursprünglich aus Schweden.

Von zwei braunen nochmals ausgesäten Pflanzen einer der spaltenden Parzellen zeigte sich die eine konstant braun, die andere ergab wieder die gewöhnliche Spaltung.

Von der Kreuzung 0203 × 0705 wurden drei weisse Pflanzen ausgesät, welche nur weisse Nachkommen lieferten.

Das Verhalten der vier weissen Parzellen in F_3 mit insgesamt etwa 200 Individuen lässt darauf schliessen, dass auch beim Winterweizen der Vicinismus ziemlich selten ist. Wenn die weissen F_2-Pflanzen an einzelnen Blumen von braunen Nachbarpflanzen bestäubt worden wären, so hätte man bei den weissen Parzellen in F_3 einzelne braune Pflanzen finden müssen; es gab aber keine solchen. Bestäubung von braunen Nachbarpflanzen kam also jedenfalls seltener vor als bei einer Blume auf 200.

Die bis jetzt besprochenen Winterweizenkreuzungen sind mit Hinsicht auf die braune Farbe sicher monohybrid. Die braune Farbe der Sorte 0705 besteht m. a. W. aus nur einer Elementareigenschaft. Von Interesse ist dabei, dass die braune Farbe der Sorte 0705 ziemlich hell ist, wenn es auch offenbar noch hellere erbliche Nuancen der braunen Farbe giebt. Auch bei diesen Kreuzungen deuten die Parzellen in F_3, obwohl wenig zahlreich, darauf hin, dass bei monohybrider Spaltung erbliche Abstufungen der braunen Farbe entstehen können, die schwächer als die Elternabstufung sind.

Dagegen giebt es andere braunährige Winterweizensorten (die auch eine tiefer braune Farbe als die Sorte 0705 zeigen), bei denen die braune Farbe von zwei unabhängigen Einheiten bedingt sein muss. Eine solche Sorte ist die aus einer Landesweizenrasse vom mittleren Schweden getrennte 0728. Diese wurde mit verschiedenen weissen Sorten gekreuzt, und die braune Farbe hat in allen Fällen eine sehr schöne dihybride Spaltung in F_2 gezeigt, wie aus der folgenden Übersicht näher hervorgeht. Bei allen diesen Kreuzungen bestand F_1 aus mehreren Individuen (*a*, *b* etc.), die in Bezug auf ihr Vererbungsverhalten wie gewöhnlich jedes für sich untersucht worden sind.

Spaltung in F_2:

Kreuzung										
0203 × 0728	*a.*	56	braun–hellbraun,	4	weiss	= 14.0	braun–hellbraun	:	1	weiss
» »	*b.*	106	» »	7	»	= 15.1	» »		1	»
» »	*c.*	128	» »	10	»	= 12.8	» »		1	»
» »	*d.*	158	» »	10	»	= 15.8	» »		1	»
»	Summa	448	braun–hellbraun,	31	weiss	= 14.5	braun–hellbraun	:	1	weiss

Kreuzung										
0234 × 0728	*a.*	47	braun–hellbraun,	3	weiss	= 15.1	braun–hellbraun	:	1	weiss
» »	*b.*	85	» »	6	»	= 14.2	» »		1	»
» »	*c.*	101	» »	6	„	= 16.8	» »		1	»
»	Summa	233	braun–hellbraun,	15	weiss	= 15.5	braun–hellbraun	:	1	weiss

Kreuzung		braun–hellbraun		weiss		Verhältnis			
0406 × 0728	*a.*	81	braun–hellbraun,	7	weiss	= 11.7	braun–hellbraun	: 1	weiss
» »	*b.*	78	» »	7	»	= 11.1	» »	1	»
» »	*c.*	36	» »	2	»	= 18.0	» »	1	»
» »	*d.*	68	» »	4	»	= 17.0	» »	1	»
» »	*e.*	111	» »	4	»	= 27.8	» »	1	»
» »	*f.*	127	» »	8	»	= 15.9	» »	1	»
»	Summa	501	braun–hellbraun,	32	weiss	= 15.7	braun–hellbraun	: 1	weiss
0542 × 0728	*a.*	88	braun–hellbraun,	7	weiss	= 12.6	braun–hellbraun	: 1	weiss
» »	*b.*	140	» »	9	»	= 15.6	» »	1	»
»	Summa	228	braun–hellbraun,	16	weiss	= 14.3	braun–hellbraun	: 1	weiss

Summa sämtl. Kreuz. 1410 braun–hellbraun, 94 weiss = 15.0 braun–hellbraun : 1 weiss.

Diese Kreuzungen sind in F_3 bis jetzt nicht untersucht worden, aber die Zahlen sämtlicher Kreuzungen gleichen sich so sehr und stimmen, besonders wenn die verschiedenen Linien derselben Kreuzung zusammengerechnet werden, so dass man eine grössere Individuenzahl erhält, mit dem Verhältnisse 15 : 1 so gut überein, dass an der dihybriden Natur dieser Kreuzungen gar nicht gezweifelt werden kann. Die braune Farbe der Sorte 0728 ist also von zwei Einheiten bedingt.

Bei einer anderen Reihe von Kreuzungen, zwischen einer braunährigen Landesweizensorte aus Uppland und verschiedenen weissährigen Sorten, dürfte auch die dihybride Spaltung vorhanden sein, obwohl die Zahlenverhältnisse anfangs kaum dafür zu sprechen scheinen. [1])

Kreuzung				
0501 weiss × Uppl. braun. Landesweizen.	F_2.	77 braun–hellbraun,	10 weiss	= 7.7 braun : 1 weiss
0302 weiss × Uppl. braun. Landesweizen *a.*	»	46 » »	6 weiss	= 7.7 braun : 1 weiss
» » » » » *b.*	»	39 » »	8 weiss	= 4.9 braun : 1 weiss
Uppl. braun. Landesweizen × weisse Triticum compactum–Sorte	»	Spaltung braun–weiss (das Verhältniss braun : weiss wurde nicht bestimmt).		

Von der Kreuzung 0302 × Uppl. braun. Landesweizen *b* wurden 4 (α—δ) Pflanzen der braunen–hellbraunen Gruppe ausgesät, mit folgendem Resultat:

α. F_3. Spaltung tiefer–heller braun.
β. » Konstant braun.
γ. » Spaltung 30 braun–hellbraun, 4 weiss.
δ. » Spaltung 6 braun–hellbraun, 1 weiss.

[1]) Diese Kreuzungen, welche schon von v. TSCHERMAK (Zeitschr. f. das landwirtsch. Versuchswesen in Österreich 1901, p. 1035) kurz besprochen werden, repräsentieren die in der Einleitung S. 2 erwähnten »Ausnahmen» von der Mendelschen Regel.

Von α wurden 4 Pflanzen ausgesät, deren Nachkommenparzellen sich etwas verschieden zeigten, indem zwei durchschnittlich etwas heller braun waren als die anderen. Von γ wurden ausgesät: 1 weisse Pflanze, die sich konstant weiss zeigte, und 3 braune–hellbraune Pflanzen, von denen zwei konstant braun blieben, eine dagegen Spaltung (40 braun : 2 weiss) zeigte. Von δ wurden schliesslich 4 hellbraune Individuen weiter geprüft, und von diesen zeigte eines wieder Spaltung (15 braun–hellbraun : 2 weiss), zwei blieben konstant hellbraun (von entschieden hellerer Nuance als die braune Elternsorte), und das vierte ergab die Spaltung 20 hellbraun–beinahe weiss : 13 rein weiss.

Dank der letzten Parzelle liegt eine Deutung der merkwürdigen Zahlenverhältnisse ziemlich nahe. Es kann wohl kaum ein Zufall sein, dass die braunen Individuen bei allen übrigen spaltenden Parzellen zu zahlreich sind, um auf das gewöhnliche Verhältniss 3 : 1 schliessen zu lassen. Höchst wahrscheinlich sind auch diese Kreuzungen dihybrid, d. h. die braune Farbe der Elternsorte wird von zwei Einheiten, B_1, B_2, bedingt, die jede für sich ein Merkmalspaar mit ihrem Fehlen, b_1, b_2, bilden. Wenn z. B. B_1 für sich allein eine nur hellbraune Nuance bewirkt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Heterozygoten $B_1 b_2 \times b_1 b_2$ zum Teil eine anscheinend weisse Farbe zeigen. Die letzt erwähnte Parzelle, die nur hellbraune–weisse Individuen zeigte, ist offenbar auf eine derartige Gametenverbindung zurückzuführen, denn teils wird nur hellbraun (nicht braun) gebildet, teils werden hellbraun und weiss durch die »beinahe weissen» kontinuierlich verbunden. Da hier nur eine der Einheiten vorhanden ist, wird die Kreuzung monohybrid, und die Spaltung 20 : 13 gehört offenbar zu dem Verhältnisse 1 : 2 : 1. Die weissen sind zu zahlreich, umfassen aber sicherlich einige Heterozygoten, da ja »beinahe weiss» und rein weiss nicht sicher von einander unterschieden werden können. Aber ebenso wie die weissen bei der monohybriden Spaltung (nach $B_1 b_2 \times b_1 b_2$) zahlreicher als 1 auf 3 braune werden, ebenso müssen sie natürlich bei der dihybriden Spaltung (nach $B_1 B_2 \times b_1 b_2$) zahlreicher als 1 auf 15 braune werden, wenn ein Teil der Heterozygoten $B_1 b_2 \times b_1 b_2$ und $b_1 b_2 \times B_1 b_2$ weiss werden. Wenn z. B. etwa die Hälfte dieser Heterozygoten weiss erscheinen, werden wir 2 weisse auf 14 braune bekommen = 7 braun : 1 weiss. Auf diese Weise sind also die vom dihybriden Schema 15 : 1 abweichenden Zahlenverhältnisse dieser Kreuzungen leicht zu erklären.

Von der Kreuzung 0501 × Uppl. braun. Landesweizen wurden 2 Pflanzen der braunen–hellbraunen Gruppe ausgesät, von denen eine, α, die F_2-Spaltung wiederholte (hauptsächlich braun–hellbraun, nur einige Prozente weiss), die andere, β, dagegen konstant braun verblieb. Von der α-Parzelle wurden wieder als F_4 ausgesät: eine hellbraune Pflanze, die konstant hellbraun verblieb; eine zweite hellbraune Pflanze, welche spaltete (die Zahlen der braunen und weissen wurden nicht bestimmt); und eine dritte, braune, die sich konstant braun zeigte. Von der spaltenden F_4-Parzelle wurde wieder eine hellbraune Pflanze geprüft, die in F_5 die Spaltung 124 braun : 42 weiss, also eine schöne monohybride, zeigte. Auch bei dieser Kreuzung hat es sich also als ziemlich sicher herausgestellt, dass in F_3 und F_4 etc.

sowohl dihybride wie monohybride Spaltung vorkommt, und dass konstant hellbraune Formen sich reinzüchten lassen.

Von der Kreuzung Uppl. braun. Landesweizen × weiss. Trit. compactum ist nur zu erwähnen, dass gewisse Parzellen in F_3 und F_4 Spaltung braun–hellbraun aufwiesen.

Nach dem jetzt angeführten kann wohl kein Zweifel darüber obwalten, dass die braune Ährenfarbe des Uppl. braun. Landesweizens von zwei Farbeneinheiten bedingt wird. Freilich ist die Anzahl der in F_3, F_4 usw. angebauten Parzellen zu gering gewesen, um die Sache völlig exakt beweisen zu können, aber besonders die Tatsache, dass deutliche monohybride Spaltungen neben Spaltungen von derselben Art wie in F_2 vorkommen, und dass die Heterozygoten hellbraun × weiss nicht immer von den rein weissen unterschieden werden können, spricht entschieden dafür, dass die in F_2 gefundenen Zahlenverhältnisse nicht auf die Spaltung 3 : 1 sondern auf die Spaltung 15 : 1 zurückzuführen sind, oder m. a. W. dass die Kreuzungen mit Hinsicht auf die Ährenfarbe dihybrid sind.

Für eine der Farbeneinheiten, B_1, scheint aus obigen hervorzugehen, dass sie eine hellbraune Nuance bewirkt. Die Spaltung hellbraun–weiss deutet nämlich gewissermassen darauf hin. Welche Nuance die andere Einheit, B_2, für sich allein bewirkt, haben dagegen die bis jetzt gemachten Untersuchungen nicht zeigen können. Die monohybride Spaltung 124 braun : 42 weiss, wo die Heterozygoten höchst wahrscheinlich sämtlich die braune Farbe zeigen, deutet jedoch darauf hin, dass die Einheit B_2 für sich allein eine tiefer braune Nuance als B_1 bewirkt.

Qualitativ sind jedenfalls die beiden Einheiten von einander nicht zu trennen. Durch ihr verschiedenes Zusammentreten ($B_1 b_2$, $b_1 B_2$ und $B_1 B_2$) verursachen die Einheiten nur quantitative Differenzen, etwas verschieden tiefe braune Farbe; das ist alles. Nur die Spaltungsverhältnisse braun : weiss, aber nicht die Differenzen der Farbe zwischen den braunen Pflanzen, zeigen mit Sicherheit, dass die braune Farbe von zwei Einheiten bedingt ist.

Wir haben also hier ein neues Beispiel davon, dass auch eine geringfügige quantitative erbliche Variation einer Eigenschaft auf das verschiedene Zusammenwirken gewisser selbständiger Einheiten zurückzuführen sein kann.

In diesem Zusammenhange mag auch eine andere Sache kurz besprochen werden, nämlich die Spaltung braunähriger Individuen, die in weissen Winterweizensorten spontan entstehen. Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass in weissen Sorten, nach einzelnen Pflanzen gezüchtet, auch wenn sie einige Jahre völlig konstant weiss geblieben sind, mit der Zeit vereinzelte braune Individuen spontan auftreten. Ein solches Auftreten vereinzelter brauner Individuen ist in Svalöf bei allen weissen Sorten vorgekommen, sobald sie auf etwas grösseren Flächen (z. B. 10—100 qm.) vermehrt worden sind, ist also sogar eine regelmässige Erscheinung. Ob diese abweichenden Individuen infolge natürlicher Kreuzungen mit auf den Versuchsfeldern angebauten braunen Sorten entstehen oder ganz spontane Variationen = Mutationen bezeichnen, ist eine Frage, die hier nicht näher erörtert

werden soll. In beiden Fällen müssen die braunährigen Individuen, wenn sie in dem Jahre, wo sie sich zuerst zeigen, isoliert und weiter geprüft werden, Spaltung braun–weiss zeigen. De Vries hat bekanntlich gezeigt, dass Mutationen als Bastarde entstehen.[1] Auch wenn die braunährigen Individuen Mutationen bezeichnen, muss die einzelne mutierende braune Gamete sich mit einer typischen weissen vereinigen, und das Resultat wird also eine Kreuzung zwischen der braunen Mutation und der typischen weissen Sorte sein. Da F_1 der Kreuzungen braun × weiss im allgemeinen braun–hellbraun wird, müssen die braunen abweichenden Individuen Spaltung braun–weiss zeigen, sobald sie F_1 repräsentieren (was natürlich nur sicher ist, wenn man die Individuen in dem Jahre findet, wo sie sich zum erstenmal in einer bisher mit völliger Sicherheit konstant weissen Sorte zeigen), mögen sie nun Mutationen oder Resultate natürlicher Kreuzungen sein. Es ist aber von Interesse, dass diese Spaltung, wenigstens in den allermeisten untersuchten Fällen, sicher monohybrid ist. Es sind im Laufe der Jahre eine Menge solcher braunen Individuen, aus weissen Sorten entnommen, separat ausgesät worden, und die Annotationen über die Nachkommenparzellen lassen, obwohl genaue Rechnung der Individuen hier seltener gemacht worden ist, keinen Zweifel darüber bestehen, dass die Spaltung auf das gewöhnliche Verhältniss 1 : 2 : 1 zurückzuführen ist. In gewissen Fällen wurde z. B. annotiert: $^2/_3$ braun $^1/_3$ weiss, $^3/_4$ braun $^1/_4$ weiss oder $^4/_5$ braun $^1/_5$ weiss; in anderen Fällen erschienen die weissen ebenso oder annähernd ebenso zahlreich wie die braunen, was wohl daraus zu erklären ist, dass gewisse Heterozygoten, wie schon oben hervorgehoben wurde, beinahe weiss werden und dadurch den rein weissen Individuen sehr ähnlich erscheinen. In der Tat sind auch gewisse solche beinahe weisse Individuen, die von den rein weissen kaum sicher unterschieden werden können, bisweilen geprüft worden und haben — ebenso wie die früher erwähnten weissen Heterozygoten bei Sommerweizensorten — Spaltung ergeben.

Einige Beispiele von dem Verhalten solcher spontan entstehenden Individuen mit abweichender Ährenfarbe mögen jetzt angeführt werden:

Bei der Sorte 0504 waren die Nachkommenindividuen einer Elitepflanze sämtlich weiss; die Sorte war also konstant weiss. Die Nachzucht dieser Individuen zeigte aber unter etwa 400 Individuen 1 abweichendes, braunes Individuum, welches im folgenden Jahre etwa $^3/_4$ braune, $^1/_4$ weisse Nachkommen ergab. Bei der Sorte 0502 war sowohl eine Parzelle aus einer einzelnen Pflanze als auch die Nachzucht dieser Parzelle (s. g. Kontrollparzelle; etwa 500 Individuen) konstant weiss, aber unter den Nachkommen dieser 500 Individuen (auf einer Fläche von etwa 100 qm.) tauchten einzelne braune Individuen auf. Zwei solche Individuen wurden ausgesät und zeigten beide wie gewöhnlich Spaltung braun–weiss (etwa $^2/_3$ braun, $^1/_3$ weiss). Eine aus einer grösseren Parzelle der Sorte 0712 isolierte braune Pflanze zeigte in ihrer Nachkommenschaft die Spaltung 4 braun : 1 weiss; eine auf einer Kontrollparzelle (etwa 500 Individuen) der Sorte 0716 (mit behaarten weissen Ähren) ge-

---

[1]) Mutationstheorie, II, p. 503.

fundene braunbehaarte ergab etwa $^2/_3$ braune, $^1/_3$ weisse Nachkommen. Eine aus einer grossen Vermehrung der Sorte 0406, Boreweizen, isolierte abweichende braune Pflanze ergab 120 braun, 40 weiss, oder gerade das Verhältniss 3 braun : 1 weiss. Ähnliche Beispiele können von den sämtlichen zahlreichen, nach einzelnen Pflanzen gezüchteten und einige Generationen hindurch vermehrten weissährigen Pedigreesorten angeführt werden. Umgekehrt wurde aus einem grossen Felde der oben erwähnten braunährigen Sorte 0705 eine beinahe weisse Pflanze isoliert, von deren Nachkommen etwa $^3/_4$ hellbraun—beinahe weiss, $^1/_4$ rein weiss waren. Ein Individuum der ersten Gruppe wurde weiter geprüft, und die Nachkommenparzelle zeigte nochmals Spaltung hellbraun–weiss. Von dieser Parzelle wurden dann 9 als weiss bezeichnete Pflanzen ausgesät, von denen 8 konstant weiss blieben, 1 dagegen die Spaltung hellbraun–weiss wiederholte.

Es hat sich ferner gezeigt, dass die bei den weissen Sorten neu auftretenden braunen Individuen von tiefer oder heller brauner Farbe sein können. Von der Sorte 0312 wurden in einer Kontrollparzelle mit etwa 500 Individuen, deren Mutterpflanzen sämtlich sicher weiss waren, zwei abweichende braune Individuen gefunden, davon eines mit nur hellbrauner Farbe. Dieses ergab Spaltung hellbraun–weiss, das braune dagegen Spaltung braun(überwiegend)–weiss.

Diese sämtlichen Beispiele zeigen, dass eine Spaltung bei spontan entstehenden braunährigen Abweichungen immer stattfindet, sobald diese schon in dem Jahre, wo sie sich zuerst zeigen, gefunden werden. Eine sofortige Konstanz habe ich dann niemals beobachtet.

Wenn dagegen braune Abweichungen auf grossen Feldern von jahrelang angebauten Sorten gefunden werden, bei denen das Entstehen der Abweichungen mehrere Jahre vorher hat beginnen können, ist es ziemlich natürlich, dass dieselben konstant braune Nachkommenschaft liefern. Wie schon in der Einleitung (S. 15) hervorgehoben ist, müssen in der Nachkommenschaft eines Bastardes die in Bezug auf eine Eigenschaft konstanten, d. h. homozygoten Individuen im Verhältniss zu den spaltenden, d. h. heterozygoten, immer mehr zunehmen. Aus einer einige Jahre angebauten Vermehrung der Sorte 0406, Boreweizen, wurden im Jahre 1901 19 braunährige Individuen isoliert und separat geprüft. Von diesen blieben 17 konstant braun; nur 2 ergaben Spaltung braun–weiss.

Bei Kreuzungen verschiedener weissähriger Sorten ist es bisweilen eingetroffen, dass auf einzelnen F_3-Parzellen vereinzelte braune Individuen entstanden. Dies Verhältniss hat jedoch offenbar mit der Kreuzung nichts zu tun. Auch bei anderen Parzellen kommen nach dem oben gesagten braune Abweichungen vor, und nichts deutet darauf hin, dass solche Abweichungen nach Kreuzungen öfter entstehen sollten als sonst. In beiden Fällen sind ja natürliche Kreuzungen mit auf dem Versuchsfelde angebauten braunen Sorten oder spontanes Entstehen der Abweichungen gleich möglich.

Die Resultate der Untersuchungen über die braune Ährenfarbe beim Weizen können in folgender Weise zusammengefasst werden:

Die meisten braunährigen Formen haben bei Kreuzungen gezeigt, dass sie nur eine Einheit als Grundlage der braunen Farbe besitzen; die Spaltung muss dann in der gewöhnlichen Weise (1 : 2 : 1) stattfinden. Aus weissährigen Sorten spontan entstandene braunährige Individuen haben in ihrer Nachkommenschaft auch stets die gewöhnliche Spaltung gezeigt.

Mehrere braune Formen spalten jedoch in dihybrider Weise und zeigen dadurch, dass die braune Farbe bei ihnen von zwei Einheiten bedingt sein muss. Diese Formen haben eine relativ tief braune Farbe; doch zeigen gewisse Formen mit nur einer Farbeneinheit ungefähr ebenso tiefe Farbe, und nur die Spaltungszahlen braun : weiss können deshalb lehren, ob eine oder zwei Einheiten für die braune Farbe vorhanden sind.

Die Formen mit zwei Einheiten für die braune Farbe stammen alle aus alten Landesweizenrassen.

Es giebt also für die braune Ährenfarbe, ebenso wie für die schwarze Spelzenfarbe beim Hafer, mehrere Einheiten (oder wenigstens mehr als eine), die auch hier qualitativ von einander nicht unterschieden werden können. Die erblichen (homozygoten) Abstufungen der braunen Ährenfarbe werden zum Teil durch solche besondere Farbeneinheiten bewirkt. Andere erbliche Abstufungen kommen bei derselben Einheit vor und sind wahrscheinlich dem modifizierenden Einfluss anderer Eigenschaften zuzuschreiben.

Die Heterozygoten braun × weiss haben gewöhnlich die braune Farbe mehr oder weniger abgeschwächt. Bei Kreuzungen zwischen tiefer braunen und weissen Formen ist die Farbe der Heterozygoten immer deutlich braun, wenn auch abgeschwächt, und das monohybride Verhältniss wird folglich 3 braun : 1 weiss. Bei Kreuzungen zwischen hellbraunen und weissen Formen tritt dagegen die braune Farbe bei den Heterozygoten oft kaum oder nicht hervor, so dass eine Trennung von den homozygot weissen sich nicht durchführen lässt. Die Heterozygoten verbinden dann kontinuierlich braun mit weiss. Homozygot braune Formen können dagegen, so weit meine Untersuchungen es gezeigt haben, immer sicher von den rein weissen unterschieden werden, obwohl die braune Farbe bisweilen so schwach angedeutet ist, dass man von einer eigentlichen Diskontinuität in der Variation kaum reden kann.

3. Kornfarbe beim Weizen.

Es sind von mir 5 verschiedene Kreuzungen zwischen rot- und weisskörnigen Sorten untersucht worden. Gewisse von diesen haben sich unzweifelhaft auf die gewöhnliche monohybride Weise verhalten, ebenso wie anderswo bisher untersuchte.

Kreuzungen. In der von v. TSCHERMAK gegebenen Übersicht [1]) wird nur das gewöhnliche Verhältniss 3 rot : 1 weiss angegeben.

Die von mir untersuchten Kreuzungen haben sich auf folgende Weise verhalten:

0401 rot × 0705 weiss.	F_2.	31 rot,	9 weiss	= 3.4	rot :	1 weiss.
0203 rot × 0705 weiss.	»	72 »	28 »	= 2.6	»	1 »
0235 rot × 0470 weiss *a*.	»	32 »	6 »	= 5.3	»	1 »
» » » » *b*.	»	67 »	13 »	= 5.2	»	1 »
» » » » *c*.	»	63 »	15 »	= 4.2	»	1 »

0315 weiss × Schwed. Sammetweizen rot *a*.	F_2.	78 rot,	0 weiss.
» » » » *b*.	»	30 »	0 »
» » » » *c*.	»	49 »	0 »
» » » » *d*.	»	31 »	0 »
» » » » *e*.	»	86 »	0 »
» » » » *f*.	»	110 »	0 »
0501 rot × 0704 weiss.	»	55 »	1 »

Die zwei ersten Kreuzungen folgen offenbar dem monohybriden Schema. Die rotkörnigen Individuen konnten hier stets ohne Schwierigkeit von den weisskörnigen unterschieden werden. Bei der Kreuzung 0235 × 0470 sind die roten in allen drei Fällen zahlreicher, als sie sein sollten; aber bei einer so kleinen Zahl von Individuen können solche Abweichungen noch zufällig sein. Die Kreuzung wurde jedoch bis jetzt in F_3 nicht verfolgt, und eine nähere Erklärung der ziemlich stark abweichenden Zahlenverhältnisse kann daher vorläufig nicht gegeben werden.

Die beiden letzten Kreuzungen verhielten sich dagegen offenbar in ganz anderer Weise. Bei der Kreuzung *0315 × Schwed. Sammetweizen* zeigten sämtliche 6 F_1-Individuen nur rotkörnige Abkömmlinge (die jedoch zum Teil offenbar heller rotkörnig als bei der Elternsorte waren). D i e s e K r e u z u n g e r g a b a l s o e i n e k o n s t a n t r o t e z w e i t e G e n e r a t i o n. Dass dies nicht die Folge einer irgendwie misslungenen oder fehlerhaft gemachten Kreuzung war, ging schon daraus hervor, dass die Muttersorte weisskörnig war; ausserdem waren die F_1-Pflanzen, mit Hinsicht z. B. auf den Ährentypus, deutlich intermediär zwischen den Elternsorten. Um das Verhältniss näher zu erforschen, liess ich daher sämtliche 78 F_2-Pflanzen der Linie *a* auf ebenso vielen isolierten Parzellen aussäen. Durch dieses vollständige Verfolgen der Kreuzung in F_3 hat sich das abweichende Verhältniss aufklären lassen. Nach den bei der Ährenfarbe usw. gemachten Erfahrungen lag die Annahme schon im voraus ziemlich nahe, dass die rote Kornfarbe des Schwed. Sammetweizens keine einfache Elementareigenschaft bilde, sondern vielleicht aus mehreren Einheiten bestehe, weshalb auch, bei einer begrenzten Zahl von Individuen, weisskörnige Individuen in F_2 nicht zum Vorschein kommen. Das Verhalten der F_3-Parzellen

[1]) in FRUWIRTH, Die Züchtung landwirtsch. Kulturpfl. IV, 1907, p. 138.

bestätigte durchaus diese Annahme. In F_3 trat nämlich nun bei einem Teil der Parzellen Spaltung rot–weiss auf, und zwar war die Art der Spaltung sehr verschieden, indem nämlich gewisse Parzellen deutlich monohybride Spaltung, 3 rot : 1 weiss, zeigten, während bei anderen Parzellen die relative Zahl der weissen viel geringer war. Das Verhalten der 78 Parzellen geht aus folgender Übersicht hervor:

	rot	weiss		rot	weiss		rot	weiss		rot	weiss
1.	42	2	21.	37	2	41.	55	18	61.	13	0
2.	15	0	22.	58	0	42.	82	0	62.	12	0
3.	85	0	23.	26	0	43.	68	21	63.	7	0
4.	24	0	24.	13	0	44.	58	0	64.	152	0
5.	13	0	25.	13	0	45.	42	1	65.	74	0
6.	95	0	26.	18	0	46.	36	0	66.	88	0
7.	42	17	27.	25	0	47.	61	0	67.	58	0
8.	65	0	28.	34	0	48.	69	0	68.	47	2
9.	37	0	29.	34	0	49.	56	0	69.	108	0
10.	21	0	30.	6	0	50.	24	1	70.	125	2
11.	57	0	31.	4	0	51.	38	0	71.	59	3
12.	51	1	32.	15	0	52.	23	0	72.	40	2
13.	60	6	33.	23	0	53.	9	2	73.	86	9
14.	69	0	34.	29	0	54.	37	0	74.	45	1
15.	41	3	35.	167	0	55.	33	11	75.	72	0
16.	29	7	36.	30	0	56.	36	0	76.	67	8
17.	52	2	37.	38	12	57.	32	0	77.	42	0
18.	33	9	38.	81	6	58.	47	0	78.	14	1
19.	52	4	39.	73	0	59.	25	2			
20.	49	0	40.	61	1	60.	18	0			

Von den 78 Parzellen wurden also 50 als konstant rot erkannt, während 28 Spaltung rot–weiss zeigten. Von den letztgenannten lassen die acht Parzellen 7, 16, 18, 37, 41, 43, 53 und 55 die monohybride Spaltung 3 rot : 1 weiss ganz zweifellos erkennen. Im ganzen ergeben diese Parzellen 307 rot, 97 weiss = 3.2 rot : 1 weiss. 15 andere Parzellen, nämlich 1, 13, 15, 17, 19, 21, 38, 50, 59, 68, 71, 72, 73, 76 und 90, zeigen auf 1 weisses Individuum 8—26 rote. Die Zahlenverhältnisse dieser Parzellen sind wahrscheinlich sämtlich auf die dihybride Spaltung 15 rot : 1 weiss zurückzuführen. Es ist nämlich einleuchtend, dass zufällige Abweichungen vom genannten Verhältnisse bei dihybrider Spaltung, wenn die Individuenzahl gering ist, leicht sehr gross werden können. Insgesamt ergeben die genannten 14 Parzellen 713 rot, 52 weiss = 13.7 rot : 1 weiss. Es sind aber noch fünf spaltende Parzellen übrig, 12, 40, 45, 70, 74, deren Zahlenverhältnisse kaum oder nicht zu der dihybriden Spaltung, sondern wahrscheinlicher zu der trihybriden Spaltung 63 rot : 1 weiss zu rechnen sind.

Die rote Farbe des Schwed. Sammetweizens sollte also von drei Einheiten, R_1, R_2, R_3 bedingt sein, die jede für sich rote Kornfarbe bewirken. Wenn dies der Fall ist, und wenn jede Einheit mit dem resp. Fehlen derselben, r_1, r_2, r_3, ein Merkmalspaar bildet, dann wird die Kreuzung mit einer weisskörnigen Sorte in Bezug auf die Kornfarbe trihybrid, $R_1 R_2 R_3 \times r_1 r_2 r_3$. Es werden bei einer solchen Kreuzung acht Arten von Gameten gebildet, $R_1 R_2 R_3$, $R_1 R_2 r_3$, $R_1 r_2 R_3$, $r_1 R_2 R_3$, $R_1 r_2 r_3$, $r_1 R_2 r_3$, $r_1 r_2 R_3$ und $r_1 r_2 r_3$, welche mit einander 64 verschiedene Verbindungen eingehen können. Da von diesen 64 Verbindungen nur eine, $r_1 r_2 r_3 \times \times r_1 r_2 r_3$, in beiden Gameten sämtliche drei Farbeneinheiten entbehrt, also weiss wird, während alle anderen, da rot über weiss prävaliert, rot werden, wird man also in F_2 von 64 Individuen 63 rotkörnige und nur 1 weisskörniges bekommen. Wenn nur eine der Einheiten in einer der Gameten vorhanden ist (z. B. $R_1 r_2 r_3 \times \times r_1 r_2 r_3$), wird die Verbindung eine monohybride, und das aus dieser Verbindung hervorgegangene Individuum muss in F_3 die Spaltung 3 rot : 1 weiss ergeben. Wenn in der Verbindung zwei Einheiten, jede in nur einer Gamete, vorhanden sind (z. B. $R_1 R_2 r_3 \times r_1 r_2 r_3$ oder $R_1 r_2 r_3 \times r_1 R_2 r_3$ oder $r_1 R_2 r_3 \times r_1 r_2 R_3$ usw.), dann muss die Spaltung in F_3 dihybrid (15 rot : 1 weiss) werden. Enthält die Verbindung aber drei Einheiten, z. B. $R_1 R_2 R_3 \times r_1 r_2 r_3$ oder $r_1 r_2 R_3 \times R_1 R_2 r_3$ usw., dann wird die F_2-Spaltung (63 rot : 1 weiss) wiederkehren. Sobald dagegen ein und dieselbe Einheit in beiden Gameten vorhanden ist (z. B. $R_1 r_2 r_3 \times R_1 r_2 R_3$ usw.), und auch natürlich wenn zwei (z. B. $R_1 r_2 R_3 \times R_1 R_2 R_3$) oder alle drei Einheiten ($R_1 R_2 R_3 \times R_1 R_2 R_3$) den beiden Gameten gemeinsam sind, wird F_3 konstant rot. Wie die untenstehende Übersicht näher zeigt, sollen von 64 F_2-Individuen sich in F_3 37 konstant rot und 1 konstant weiss zeigen, 8 Spaltung 63 rot : 1 weiss, 12 Spaltung 15 rot : 1 weiss und 6 Spaltung 3 rot : 1 weiss ergeben:

	F_2	F_3		F_2	F_3
$R_1 R_2 R_3 \times R_1 R_2 R_3$	rot	konstant rot	$R_1 r_2 R_3 \times R_1 R_2 R_3$	rot	konstant rot
» $\times R_1 R_2 r_3$	»	» »	» $\times R_1 R_2 r_3$	»	» »
» $\times R_1 r_2 R_3$	»	» »	» $\times R_1 r_2 R_3$	»	» »
» $\times r_1 R_2 R_3$	»	» »	» $\times r_1 R_2 R_3$	»	» »
» $\times R_1 r_2 r_3$	»	» »	» $\times R_1 r_2 r_3$	»	» »
» $\times r_1 R_2 r_3$	»	» »	» $\times r_1 R_2 r_3$	»	Spaltung 63 : 1
» $\times r_1 r_2 R_3$	»	» »	» $\times r_1 r_2 R_3$	»	konstant rot
» $\times r_1 r_2 r_3$	»	Spaltung 63 : 1	» $\times r_1 r_2 r_3$	»	Spaltung 15 : 1
$R_1 R_2 r_3 \times R_1 R_2 R_3$	»	konstant rot	$r_1 R_2 R_3 \times R_1 R_2 R_3$	»	konstant rot
» $\times R_1 R_2 r_1$	»	» »	» $\times R_1 R_2 r_3$	»	» »
» $\times R_1 r_2 R_3$	»	» »	» $\times R_1 r_2 R_3$	»	» »
» $\times r_1 R_2 R_3$	»	» »	» $\times r_1 R_2 R_3$	»	» »
» $\times R_1 r_2 r_2$	»	» »	» $\times R_1 r_2 r_3$	»	Spaltung 63 : 1
» $\times r_1 R_2 r_3$	»	» »	» $\times r_1 R_2 r_3$	»	konstant rot
» $\times r_1 r_2 R_3$	»	Spaltung 63 : 1	» $\times r_1 r_2 R_3$	»	» »
» $\times r_1 r_2 r_3$	»	» 15 : 1	» $\times r_1 r_2 r_3$	»	Spaltung 15 : 1

	F_2	F_3		F_2	F_3
$R_1 r_2 r_3 \times R_1 R_2 R_3$	rot	konstant rot	$r_1 r_2 R_3 \times R_1 R_2 R_3$	rot	konstant rot
» $\times R_1 R_2 r_3$	»	» »	» $\times R_1 R_2 r_3$	»	Spaltung 63 : 1
» $\times R_1 r_2 R_3$	»	» »	» $\times R_1 r_2 R_3$	»	konstant rot
» $\times r_1 R_2 R_3$	»	Spaltung 63 : 1	» $\times r_1 R_2 R_3$	»	» »
» $\times R_1 r_2 r_3$	»	konstant rot	» $\times R_1 r_2 r_3$	»	Spaltung 15 : 1
» $\times r_1 R_2 r_3$	»	Spaltung 15 : 1	» $\times r_1 R_2 r_3$	»	» 15 : 1
» $\times r_1 r_2 R_3$	»	» 15 : 1	» $\times r_1 r_2 R_3$	»	konstant rot
» $\times r_1 r_2 r_3$	»	» 3 : 1	» $\times r_1 r_2 r_3$	»	Spaltung 3 : 1
$r_1 R_2 r_3 \times R_1 R_2 R_3$	»	konstant rot	$r_1 r_2 r_3 \times R_1 R_2 R_3$	»	» 63 : 1
» $\times R_1 R_2 r_3$	»	» »	» $\times R_1 R_2 r_3$	»	» 15 : 1
» $\times R_1 r_2 R_3$	»	Spaltung 63 : 1	» $\times R_1 r_2 R_3$	»	» 15 : 1
» $\times r_1 R_2 R_3$	»	konstant rot	» $\times r_1 R_2 R_3$	»	» 15 : 1
» $\times R_1 r_2 r_3$	»	Spaltung 15 : 1	» $\times R_1 r_2 r_3$	»	» 3 : 1
» $\times r_1 R_2 r_3$	»	konstant rot	» $\times r_1 R_2 r_3$	»	» 3 : 1
» $\times r_1 r_2 R_3$	»	Spaltung 15 : 1	» $\times r_1 r_2 R_3$	»	» 3 : 1
» $\times r_1 r_2 r_3$	»	» 3 : 1	» $\times r_1 r_2 r_3$	weiss	konstant weiss

	Konstant rot	Spaltend nach 63 : 1	Spaltend nach 15 : 1	Spaltend nach 3 : 1	Konstant weiss
Gefunden:	50 (45)	5 (10)	15	8	0
	55 (zusammen)				
Berechnetes Verhältniss:	37 :	8 :	12 :	6 :	1
	45 (zusammen)				

Es fällt sofort auf, dass der Parzellen mit der Spaltung 63 : 1 zu wenige sind. Die richtige Zahl dieser Gruppe kann jedoch nicht ermittelt werden, weil ja viele Parzellen eine weit geringere Anzahl von Individuen als 64 besitzen. Wenn man annimmt, dass von den 50 als konstant rot bezeichneten Parzellen 5 der Gruppe mit Spaltung 63 : 1 angehören, in welchem Falle die Zahlen der beiden ersten Gruppen mit den berechneten übereinstimmen würden (45 : 10 = 37 : 8), sollten wir das Verhältniss 45 : 10 : 15 : 8 : 0 = 37 : 8 : 12.3 : 6.6 : 0 bekommen, welches mit dem berechneten 37 : 8 : 12 : 6 : 1 gut übereinstimmt.

Wenn also freilich die gefundenen Zahlen nur annähernd vollständig sind und folglich die trihybride Natur dieser Kreuzung nicht völlig exakt beweisen können, so muss doch ein näheres Nachdenken uns zu dem Resultat führen, dass keine andere Deutung dieser Kreuzung gegeben werden kann, als dass sie eine trihybride sei. Schon das Verhältniss der F_2, wo unter 75 usw. Individuen kein einziges weisskörniges gefunden wurde, schliesst z. B. die Annahme dihybrider Spaltung aus. In F_3 sollten sich übrigens bei dihybrider Spaltung die 16 Parzellen in folgender Weise verhalten: 7 konstant rot, 4 spaltend 15 rot : 1 weiss, 4 spaltend 3

rot : 1 weiss und 1 konstant weiss, was mit den gefundenen Zahlen gar nicht übereinstimmt. Ebensowenig kann die rote Kornfarbe aus vier Einheiten bestehen, denn dann müssten die F_3-Parzellen wieder ein ganz anderes Verhalten zeigen. Unter 256 Parzellen sollten dann nämlich 175 konstant rot, 1 konstant weiss werden, 16 die Spaltung 256 rot : 1 weiss, 32 die Spaltung 63 rot : 1 weiss, 24 die Spaltung 15 rot : 1 weiss und nur 8 die Spaltung 3 rot : 1 weiss zeigen. Von unseren 78 Parzellen müssten also nur 2—3 die Spaltung 3 : 1, und nur 7—8 die Spaltung 15 : 1 zeigen, was mit den gefundenen Zahlen auch nicht übereinstimmt.

Mit den bei trihybrider Spaltung berechneten Zahlen, *45* teils konstant rot teils mit der Spaltung 63 : 1, — *12* mit der Spaltung 15 : 1, — *6* mit der Spaltung 3 : 1, — *1* konstant weiss, stehen dagegen die sicher gefundenen entsprechenden Zahlen 55, 15, 8, $0 = 45 : 12._3 : 6._6 : 0$ in so guter Übereinstimmung, dass an der Richtigkeit der Annahme von trihybrider Spaltung kaum zu zweifeln ist.

Merkwürdig ist es nur, dass in den 6 F_2-Parzellen, von denen eine sogar aus 110 Individuen bestand, kein einziges weisskörniges Individuum gefunden wurde. Es ist aber selbstverständlich, dass bei einer relativ begrenzten Zahl von Individuen die zufälligen Abweichungen von dem Verhältnisse 63 : 1 leicht sehr gross werden können, und es muss dabei natürlich oft eintreffen, dass unter 64 Individuen die Kombination $r_1\, r_2\, r_3 \times r_1\, r_2\, r_3$ nicht vorkommt.

Die Untersuchung hat mit ziemlich grosser Sicherheit zeigen können, dass die rote Kornfarbe des Schwed. Sammetweizens durch drei von einander unabhängige und je für sich selbständig spaltende Einheiten bedingt ist, und dass jede einzelne von diesen Einheiten imstande ist, für sich allein die rote Farbe zu bewirken.

Die rote Farbe zweier Sorten kann also von je einer selbständigen Einheit (R_1, R_2) herrühren. Durch Kreuzung dieser Sorten $(R_1\, r_2 \times r_1\, R_2)$ müssen dann in F_2 $^1/_{16}$ weisse Individuen $(r_1\, r_2)$ entstehen. v. Tschermak erwähnt auch [1]), dass bei Kreuzung verschiedener rotkörniger Rassen einzelne weisskörnige Individuen erhalten werden können.

Zwischen den konstant roten Parzellen der dritten Generation zeigten sich nun ferner deutliche, wenn auch nicht grosse Differenzen in Bezug auf den Charakter der roten Farbe. Bei einigen Parzellen waren die Körner im glasigen Zustande durchschnittlich von einer schwächeren, etwas mehr graulich blassroten Farbe und zumal etwas mehr durchsichtig; bei anderen Parzellen waren die Körner durchschnittlich kräftiger, tiefer rot und weniger durchsichtig, ebenso wie bei der roten Vatersorte. Im mehligen Zustande zeigten sich die Körner im letzteren Falle stärker gelb, im ersteren dagegen matter, mehr graulich—weisslich gelb. Doch konnten auch die schwach roten und die gelben Körner immer sicher von den pigmentlosen, weissen, unterschieden werden. Von besonderem Interesse ist es offenbar, die rote Farbe bei den acht im Verhältnisse 3 : 1 spaltenden Parzellen zu vergleichen, denn

[1]) in Fruwirth, Die Züchtung landw. Kulturpfl. IV, 1907, p. 138.

hier treten ja die Einheiten gesondert auf ($R_1 r_2 r_3 \times r_1 r_2 r_3$, $r_1 R_2 r_3 \times r_1 r_2 r_3$, $r_1 r_2 R_3 \times r_1 r_2 r_3$). Aus diesen Parzellen ist am besten ersichtlich, welche Farbe die Einheiten jede für sich bewirken. Es zeigten sich denn auch hier deutliche Unterschiede, indem 3 Parzellen der Vatersorte ziemlich gleich waren, während 5 Parzellen bei sämtlichen roten Körnern eine etwas hellere, mehr blassrote Farbe aufwiesen. Bei einer Parzelle war die rote Farbe besonders blass, weshalb manche rote Individuen (Heterozygoten blassrot × weiss) hier nur mit Schwierigkeit von den weissen unterschieden werden konnten. Überhaupt erschweren natürlich die Heterozygoten sehr das Beurteilen der von den Einheiten bewirkten Farbenstufen. Da indessen die homozygoten Verbindungen $R_1 r_2 r_3 \times R_1 r_2 r_3$, $r_1 R_2 r_3 \times r_1 R_2 r_3$ und $r_1 r_2 R_3 \times$ $\times r_1 r_2 R_3$ nur je einmal auf 64 eintreffen, und da man nicht voraussehen kann, welche Parzellen diese homozygoten Verbindungen repräsentieren, können die aus diesen Verbindungen hervorgehenden Parzellen noch weniger als die im Verhältniss 3 : 1 spaltenden zum Vergleich der Einheiten dienen.

Es kann also über die äusserlich sichtbaren besonderen Resultate der Wirkung der Einheiten nicht viel bestimmtes gesagt werden. Die genannten Beobachtungen sowohl über die konstant roten Parzellen wie über die im Verhältnisse 3 : 1 spaltenden zeigen jedoch, dass wenigstens zwei von den Einheiten eine etwas blässer rote Farbe als die der roten Vatersorte bewirken.

Mit Sicherheit kann behauptet werden, dass die Differenzen in der äusserlich sichtbaren Wirkung der verschiedenen Einheiten für die rote Kornfarbe ganz unbeträchtlich sind, und dass jedenfalls nicht von einer qualitativen Verschiedenheit derselben die Rede sein kann, ebenso wenig wie bei der schwarzen Spelzenfarbe des Hafers oder bei der Ährenfarbe des Weizens. Die Einheiten bewirken nur etwas verschieden tiefe rote Farbe, nichts mehr. Auch hier zeigt sich also, dass ungefähr dieselbe äussere Eigenschaft der Wirkung verschiedener, ganz selbständiger Einheiten zuzuschreiben sein kann. Mit solchen Fällen vor den Augen muss man immer mehr zu der in der Einleitung S. 11 ausgesprochenen Auffassung gelangen, dass an dem Aufbau der Formen sehr viele selbständige Einheiten sich beteiligen. Es scheint jedoch unzweifelhaft zu sein — nicht nur nach diesen über die Kornfarbe gemachten Beobachtungen, sondern auch nach den Untersuchungen über Ährenfarbe des Weizens, Spelzenfarbe des Hafers, Rispentypus des Hafers (vrgl. unten) — dass es stärker und schwächer wirkende Einheiten giebt. Wenn die Einheiten durch Mutation entstehen, wird wohl das Entstehen stärker wirkender Einheiten s. g. diskontinuierliche Mutationen, das Entstehen schwächer wirkender Einheiten dagegen geringfügigere, für unsere Auffassung kaum oder gar nicht diskontinuierlich erscheinende Mutationen bezeichnen. Besonders hervorzuheben ist, dass die Einheiten ganz offenbar in derselben Weise mendeln, sei es dass sie in ihrer Wirkung stärker oder schwächer sind. In beiden Fällen werden die Merkmalspaare durch Vorhandensein und Fehlen je einer Einheit gebildet.

Die Theorie, dass das Mendeln stets eine Aufteilung in solche Gameten bezeichnet, die die Einheit besitzen, und solche, die dieselbe nicht besitzen, kann natürlich unter solchen Umständen nur immer fester begründet werden. Durch diese Theorie können auch die anfangs unverständlichen Zahlenverhältnisse der hier erörterten Kreuzung vollkommen erklärt werden. Es ist auch einleuchtend, dass man, je grösser die Anzahl der Einheiten ist, die durch das Anwesenheits- und Abwesenheitsprinzip festgestellt werden kann, desto mehr zur Annahme der Allgemeingültigket dieses Spaltungsprinzips geführt werden muss.

Die Annahme, dass das Mendeln nur für diskontinuierlich getrennte Merkmale in Geltung sein, oder dass es eine kontinuierliche erbliche Variation geben sollte, für welche das Mendeln nicht gelte, muss stark bezweifelt werden; wenn aber eine Eigenschaft wie die rote Kornfarbe von mehreren Einheiten bedingt ist, kann durch verschiedene Kombinationen der Einheiten eine völlig kontinuierliche erbliche (d. h. von der von äusseren Einflüssen abhängigen kontinuierlichen Fluktuation durchaus verschiedene) Variation der betreffenden Eigenschaft zustande kommen. Bei Kreuzung zweier verschiedenen erblichen Abstufungen einer Eigenschaft werden dann allerdings verwickelte Spaltungsverhältnisse zustande kommen können, die sich mit dem Mendeln zunächst nicht in Einklang bringen lassen; daraus ist jedoch gewiss nicht ohne weiteres der Schluss zu ziehen, dass das Mendeln in solchen Fällen überhaupt nicht bestehe.

Da die drei Einheiten für die rote Kornfarbe nur verschiedene und zwar sehr geringfügige Abstufungen derselben Eigenschaft bezeichnen, ist es ja leicht denkbar, dass sie schon durch ihre sieben möglichen homozygoten Verbindungen eine völlig kontinuierliche erbliche Variabilität der bezüglichen Eigenschaft herbeiführen können. Es liegt deshalb nahe anzunehmen, dass die kontinuierliche erbliche Variation auch bei anderen Eigenschaften, oder die quantitative Variation überhaupt, auf sozusagen kaleidoskopartigen Gruppierungen einer relativ (d. h. im Verhältniss zu den zahlreichen erblichen Abstufungen) kleinen, aber absolut vielleicht ziemlich beträchtlichen Anzahl von Einheiten beruht. Sowohl für die theoretische Vererbungslehre als auch für das praktische Züchtungsstreben ist eine nähere Erforschung dieser Frage von grosser Bedeutung. Den geeigneten Ausgangspunkt bieten hierbei die Untersuchungen über Farbendifferenzen, wo noch (sobald Diskontinuität insoweit vorhanden ist, dass sie stets eine sichere Unterscheidung der Farben, z. B. schwarz und weiss oder rot und weiss, gestattet) durch Zahlenverhältnisse exakt festgestellt werden kann, ob eine Eigenschaft aus mehreren selbständigen Einheiten besteht, auch wenn diese Einheiten qualitativ nicht unterscheidbar sind.

Ein zweites Beispiel, wo die rote Kornfarbe des Weizens von mehr als einer Einheit bedingt sein dürfte, bietet die Kreuzung *0501*, *Grenadier*, *rot* × *0704 weiss*. F_1 war wie gewöhnlich rotkörnig, F_2 zeigte von 56 Individuen nur 1 weisskörniges. Höchst wahrscheinlich ist auch hier die trihybride Spaltung 63 : 1 vor-

handen, obwohl, da die F_3 dieser Kreuzung noch nicht untersucht worden ist, vorläufig nichts näheres darüber gesagt werden kann. [1])

Es bleibt noch übrig zu untersuchen, ob die Sorten 0501 und Schwed. Sammetweizen bei Kreuzung mit anderen weisskörnigen Sorten sich immer auf dieselbe Weise verhalten, und auch welches Resultat andere rotkörnige Sorten bei Kreuzung mit z. B. 0315 ergeben. Eine Antwort auf diese Fragen werden zum Teil schon die jetzt wachsenden Versuche des Jahres 1909 geben können. Es ist nicht unbedingt zu erwarten, dass z. B. die Sorte 0501 sich immer gleich verhalten werde, denn die Möglichkeit besteht, dass diese Sorte in Bezug auf die Zahl der Einheiten für die rote Kornfarbe nicht völlig konstant ist (s. u. Note 1).

Interessant ist, dass das Vorhandensein mehrerer Kornfarbeneinheiten bei gewissen Sorten sich auch auf eine ganz andere Weise geltend macht. Es hat sich nämlich während der monatelangen Regenperiode in der Erntezeit des Jahres 1908 deutlich gezeigt, dass alle die angebauten weisskörnigen (»albinotischen») Weizensorten, unter denen eben die zu Kreuzungen benutzten Sorten 0315 und 0705 sich befanden, von der schlechten Witterung entschieden am meisten geschädigt wurden, indem bei ihnen etwa 8—40 % der Körner in den auf den Feldern aufgestellten Hocken keimten, während bei den rotkörnigen Sorten gar keine Körner oder nur bis etwa 8 % keimten. [2]) Das Pigment der Samenschale scheint also das Korn vor vorzeitiger, unzweckmässiger Keimung in der Luft zu schützen. Es zeigte sich nun ferner bei mehreren übereinstimmenden Beobachtungen, auch an verschiedenen Örtlichkeiten, dass gerade die Sorte 0501, bei der drei Pigmenteinheiten vorhanden sein dürften besonders resistent gegen die Luftkeimung war, indem fast gar keine Körner (etwa 0.1 %) keimten, während bei der Sorte 0203, welche, nach dem Ergebniss ihrer Kreuzung mit der Sorte 0705 zu schliessen (s. S. 67), nur eine Pigmenteinheit besitzt, 6 % der Körner durch Keimung zerstört wurden. Eine aus Kreuzung 0501 × 0203 gezüchtete Sorte 0290 zeigte sich intermediär (mit 1.6 % gekeimten

---

[1]) Bemerkenswert ist nebenbei gesagt, dass bei der Sorte 0501, welche aus derselben alten Weizenrasse (Squarehead) wie die drei Sorten 0203, 0235 und 0401 isoliert worden ist, die rote Kornfarbe von drei Einheiten bedingt ist, während bei den drei übrigen nur eine Kornfarbeneinheit vorhanden ist. Ein solcher Fall illustriert das in der Einleitung (S. 14) über Pedigreesorten Gesagte. Kreuzungen, die nicht zwischen nach einzelnen Pflanzen gezüchteten Pedigreesorten oder »reinen Linien», sondern zwischen alten, nicht sicher als ganz gleichförmig festgestellten Rassen gemacht werden, können verschiedenes Resultat ergeben, je nachdem verschiedene Formen (Kombinationen) mit einander gekreuzt werden. Es ist aber doch auch nicht sicher zu erwarten, dass Kreuzungen zwischen reinen Linien immer dasselbe Resultat ergeben werden, denn es ist ja unmöglich, im voraus zu sagen, ob eine reine Linie, mit Hinsicht z. B. auf die Zahl der roten Einheiten, konstant ist. Es sind eben nur die Kreuzungen, die das zeigen können. Die zur Bestäubung gelangten Pollenkörner des Schwed. Sammetweizens dürften jedoch alle wenigstens drei Einheiten für die rote Farbe enthalten haben.

[2]) Näheres darüber in meinem Aufsatz: Olika hösthvetesorters förhållande under höstens svåra bergningsväder. Tidskrift för Landtmän 1908, p. 863.

Körnern); es wird von Interesse sein durch Kreuzung zu ermitteln, ob vielleicht diese Kreuzungssorte die Kombination mit 2 Einheiten darstellt.

Es ist wohl auch in der Tat kaum zu bezweifeln, dass das Pigment der Samenschale in der Natur eine bestimmte Rolle spielt. Der Auffassung albinotischer Formen als im allgemeinen schwächlicherer Organismen kann man wohl freilich nicht ohne weiteres beistimmen, aber dass sie unter gewissen Verhältnissen unvorteilhafter gestellt sind als die pigmentierten, scheint durch die genannten Beobachtungen ziemlich sicher festgestellt. Spielt aber das Pigment eine nützliche Rolle, dann ist es nicht sonderbar, dass Formen mit mehreren Pigmenteinheiten den ungünstigen Witterungsverhältnissen besser widerstehen als die Formen mit nur einer Pigmenteinheit. Durch Kreuzung von Formen mit verschiedenen Pigmenteinheiten können die Einheiten bei gewissen Nachkommen der Bastarde angehäuft werden. Z. B. aus zwei Formen, die nur je eine Pigmenteinheit besitzen, $R_1 r_2$ und $r_1 R_2$, kann eine neue Kombination hervorgehen, die beide Einheiten besitzt, $R_1 R_2$. Durch eine solche Anhäufung von Einheiten mittelst Kreuzung kann somit eine tatsächliche Anpassung bewirkt werden.

B. Das Ligulamerkmal beim Hafer.

Unter den sehr zahlreichen Hafersorten ist mir nur eine bekannt, bei welcher die Ligula fehlt. Es ist dies die gelbspelzige Fahnenhafersorte Jaune géant à grappes, von welcher eine Pedigreesorte 0101 in Svalöf gezogen worden ist. Diese Sorte 0101 ist mit mehreren ligulatragenden Sorten gekreuzt worden. Die F_1-Individuen besassen sämtlich Ligula; also dominiert, oder wenigstens prävaliert, Vorkommen von Ligula über Fehlen von Ligula. Die Spaltung in F_2 (1902) ergab folgende Resultate:

0101 × 0202,	198	Individ.	mit	Ligula,	49	Individ.	ohne	L. =	4	mit	L. :	1	ohne	L.
0101 × 0353,	152	»	»	»	8	»	»	» =	19	»	»	1	»	»
0401 × 0101,	220	»	»	»	5	»	»	» =	44	»	»	1	»	»
0700 × 0101,	212	»	»	»	3	»	»	» =	71	»	»	1	»	»
0101 × 0950,	547	»	»	»	2	»	»	» =	274	»	»	1	»	»

Es fällt sofort auf, dass nur die erste Kreuzung das gewöhnliche monohybride Verhältniss 3 : 1 zeigt; bei sämtlichen übrigen Kreuzungen treten dagegen die ligulalosen Individuen in viel zu geringer Zahl auf.

Die Kreuzung *0101* × *0353* wurde in F_3 vollständig verfolgt, indem die Samen sämtlicher 160 Individuen auf ebenso vielen verschiedenen Parzellen ausgesät wurden, damit die Nachkommenschaft jeder einzelnen Pflanze untersucht werden könnte.

Es zeigte sich nun, wie auch zu erwarten war, bei einem Teil der Parzellen deutlich die monohybride Spaltung 3 : 1, während andere Parzellen die F_2-Spaltung offenbar wiederholten. Schon auf Grund des Spaltungsverhältnisses in F_2, 19 : 1, konnte die Annahme gemacht werden, dass das Vorkommen von Ligula bei der Sorte 0353 von zwei unabhängigen Einheiten bedingt sei, die jede für sich mit dem Fehlen von Ligula ein Merkmalspaar bilden. Diese Annahme wird durch die genannte Spaltungsweise in F_3 durchaus bestätigt. Ebenso wie in jenem Falle, wo die schwarze Spelzenfarbe aus zwei Elementareigenschaften bestand, die F_3-Parzellen ebenso oft im monohybriden Verhältnisse 3 : 1 wie im dihybriden Verhältnisse 15 : 1 spalteten (vrgl. S. 32), muss es auch hier sein. Wir müssen erwarten, dass die zwei Spaltungsweisen dieselbe Anzahl von Parzellen umfassen werden.

Leider sind Lücken in der Parzellenreihe entstanden. Die Untersuchung über das Verhalten des Ligulamerkmales konnte nämlich nicht sofort nach der Ernte gemacht werden, und ein Teil des Pflanzenmateriales der Parzellen wurde unterdessen zerstört, so dass von den 160 Parzellen der F_3 nur 129 in Bezug auf Ligula untersucht wurden. Dazu kam noch, dass die Pflanzen beim Herausziehen aus der Erde bei dem schlechten Erntewetter des Jahres 1903 etwas zerrissen wurden, weshalb auch die Zahlen der Individuen mit und ohne Ligula als nur annähernd zuverlässig zu betrachten sind. Trotzdem hat das Material, sowohl infolge der ziemlich grossen Zahl von Parzellen als auch und besonders infolge der Verbindung des Vorkommens von Ligula mit einem bestimmten Rispentypus (vrgl. näheres unten), das Verhalten dieser Kreuzung sehr gut aufklären können. Das Verhalten des Ligulamerkmales bei den untersuchten 129 F_3-Parzellen geht aus der Tabelle auf den folgenden Seiten hervor, die auch das Verhalten des Rispentypus in Bezug auf Konstanz oder Spaltung bei sämtlichen 160 F_3-Parzellen angiebt.

Die 6 untersuchten ligulalosen F_2-Individuen haben natürlich sämtlich Nachkommen derselben Art ergeben, d. h. sie sind konstant ligulalos geblieben, so wie die Muttersorte 0101. Bei einem grossen Teil (59) der Parzellen waren umgekehrt sämtliche Individuen mit Ligula versehen. Von den 129 Parzellen sind also 65, oder genau die Hälfte, konstant (mit oder ohne Ligula), ganz so wie es sein muss, wenn das Ligulamerkmal von zwei Einheiten bedingt ist, die jede für sich Ligula hervorbringen (5 von diesen 65 Parzellen, mit nur geringer Pflanzenzahl, dürften doch in Wirklichkeit zu den im Verhältnisse 15 : 1 spaltenden Parzellen gehören, vrgl. gleich unten und S. 82). Von den übrigen 64 Parzellen zeigen die meisten (40) mehr oder weniger deutlich die monohybride Spaltung 3 : 1, nur ein geringerer Teil (24, mit Spaltung 10 : 1 bis 39 : 1) scheint die dihybride Spaltung 15 : 1 zu repräsentieren; nach dem dihybriden Schema sollen aber die beiden Spaltungsweisen in F_3 in gleicher Zahl vorkommen. Es ist jedoch zu bemerken, dass von den konstant ligulatragenden Parzellen nicht weniger als 14 eine so geringe Individuenzahl wie 16—25 haben; vermutlich gehören einige von diesen 14 Parzellen in Wirklichkeit zu den im Verhältnisse 15 : 1 spaltenden. Diese Vermutung ist durch Beobachtungen über die Spaltung des Rispentypus bestätigt worden.

N:r der F_3-Parzellen	Charakter der Mutterpflanze aus F_2		Zahl von Individuen in den F_3-Parzellen		Anzahl von Individuen *mit* Ligula auf 1 *ohne* Ligula	Rispentypus der F_3-Parzellen konstant allseitwendig = *a* » einseitwendig = *e* spaltend allseit- — einseitwendig = ×
	mit oder ohne Ligula	Rispentypus	mit Ligula	ohne Ligula		
1	mit	Fahne	58	16	3.6	×
2	»	»	60	22	2.7	*e*
3	ohne	»	0	59	—	*e*
4	mit	»	38	13	2.9	*e*
5	»	»	76	34	2.2	*e*
6	»	»	85	22	3.9	*e*
7	»	»	125	46	2.7	*e*
8	»	»	40	13	3.1	×
9	»	»	11	2	5.5	×
10	»	»	35	1	35.0	×
11	»	»	—	—	—	*e*
12	»	»	—	—	—	×
13	»	»	—	—	—	×
14	»	»	—	—	—	*e*
15	»	»	—	—	—	*e*
16	»	»	—	—	—	×
17	»	»	—	—	—	×
18	»	»	—	—	—	*e*
19	»	»	—	—	—	×
20	»	»	—	—	—	*e*
21	»	»	—	—	—	×
22	»	»	—	—	—	*e*
23	ohne	»	—	—	—	*e*
24	»	»	—	—	—	*e*
25	mit	»	—	—	—	×
26	»	»	—	—	—	×
27	»	»	—	—	—	×
28	»	»	—	—	—	×
29	»	»	—	—	—	×
30	»	»	—	—	—	×
31	»	»	23	9	2.6	×
32	»	»	36	0	—	*e*
33	»	»	26	0	—	*a*
34	»	»	33	15	2.2	×
35	»	»	36	10	3.6	*e*
36	»	»	85	6	14.2	×
37	»	»	18	6	3.0	*e*
38	»	»	18	6	3.0	*e*
39	»	»	33	13	2.5	×
40	»	»	19	5	3.8	×
41	»	»	26	0	—	×
42	»	»	15	1	15.0	×
43	»	»	12	4	3.0	*e*
44	»	»	22	7	3.1	×
45	ohne	»	0	41	—	*e*
46	»	»	0	27	—	*e*
47	»	»	0	30	—	*e*
48	»	»	0	54	—	*e*
49	mit	Fahne	37	19	1.9	×
50	»	»	51	4	12.8	×
51	»	»	16	10	1.6	*e*
52	»	»	70	0	—	×
53	»	»	39	9	4.3	*e*
54	»	»	20	8	2.5	×
55	»	»	52	10	5.2	*e*
56	»	»	113	5	22.6	×
57	»	»	12	7	1.7	×
58	»	»	5	3	1.7	*e*
59	»	»	16	0	—	×
60	»	»	27	0	—	×
61	»	»	72	0	—	*a*
62	»	»	39	10	3.9	×
63	»	»	37	18	2.1	×
64	»	»	41	17	2.4	×
65	»	»	5	4	1.3	*e*
66	»	»	56	3	18.7	×
67	»	»	25	1	25.0	×
68	»	»	23	8	2.9	×
69	»	»	4	2	2.0	×
70	»	»	17	6	2.8	*e*
71	»	»	19	6	3.2	×
72	»	»	9	2	4.5	*e*
73	»	»	6	2	3.0	×
74	»	»	21	0	—	*e*
75	ohne	»	0	35	—	*e*
76	mit	intermediär	50	0	—	×
77	»	»	17	6	2.8	*e*
78	»	»	—	—	—	*a*
79	»	»	18	0	—	*a*
80	»	»	30	3	10.0	×
81	»	»	39	4	9.8	×
82	»	»	—	—	—	×
83	»	»	16	0	—	*e*
84	»	»	—	—	—	×
85	»	»	62	0	—	×
86	»	»	136	0	—	×
87	»	»	71	0	—	*a*
88	»	»	100	6	16.7	×
89	»	»	82	8	10.3	×
90	»	»	35	0	—	*a*
91	»	»	—	—	—	×
92	»	»	86	0	—	×
93	»	»	—	—	—	×
94	»	»	26	1	26.0	×
95	»	»	18	0	—	×

Nr der F_3-Parzellen	Charakter der Mutterpflanze aus F_2		Zahl von Individuen in den F_3-Parzellen		Anzahl von Individuen *mit* Ligula auf 1 *ohne* Ligula	Rispentypus der F_3-Parzellen konstant allseitwendig = *a*, » einseitwendig = *e*, spaltend allseit- — einseitwendig = ×
	mit oder ohne Ligula	Rispentypus	mit Ligula	ohne Ligula		
96	mit	intermediär	27	0	—	×
97	»	»	37	0	—	×
98	»	»	46	0	—	×
99	»	»	40	0	—	*e*
100	»	»	50	0	—	×
101	»	»	87	0	—	×
102	»	»	28	0	—	×
103	»	»	86	0	—	×
104	»	»	26	0	—	*a*
105	»	»	—	—	—	*e*
106	»	»	31	1	31.0	×
107	»	»	32	5	6.4	*e*
108	»	»	44	0	—	*a*
109	»	»	34	0	—	×
110	»	»	30	4	7.5	*e*
111	»	»	29	0	—	*e*
112	»	»	27	0	—	×
113	»	»	25	0	—	×
114	»	»	39	2	19.5	×
115	»	»	—	—	—	×
116	»	»	30	8	3.8	*e*
117	»	»	22	0	—	*a*
118	»	»	67	6	11.2	×
119	»	»	116	4	29.0	×
120	»	»	62	4	15.5	×
121	»	»	23	1	23.0	×
122	»	»	36	8	4.5	×
123	»	»	44	0	—	×
124	»	»	64	4	16.0	×
125	»	»	22	6	3.7	×
126	»	»	33	2	16.5	×
127	»	»	23	0	—	×
128	»	»	31	0	—	×
129	mit	Rispe	107	4	26.8	×
130	»	»	38	0	—	*a*
131	»	»	—	—	—	*a*
132	»	»	68	0	—	*a*
133	»	»	66	0	—	*a*
134	»	»	43	0	—	*a*
135	»	»	30	3	10.0	×
136	»	»	41	2	20.5	×
137	»	»	27	0	—	*a*
138	»	»	49	0	—	*a*
139	»	»	44	0	—	*a*
140	»	»	22	0	—	×
141	»	»	20	0	—	*a*
142	»	»	57	0	—	*a*
143	»	»	64	0	—	*a*
144	»	»	18	0	—	*a*
145	»	»	73	0	—	*a*
146	»	»	60	0	—	*a*
147	»	»	73	0	—	*a*
148	»	»	32	0	—	*a*
149	»	»	39	1	39.0	×
150	»	»	17	0	—	*a*
151	»	»	—	—	—	*a*
152	»	»	32	0	—	*a*
153	»	»	17	0	—	*a*
154	»	»	24	0	—	*a*
155	»	»	32	0	—	*a*
156	»	»	68	0	—	*a*
157	»	»	56	0	—	*a*
158	»	»	60	0	—	*a*
159	»	»	—	—	—	*a*
160	»	»	—	—	—	*a*

Es hat sich nämlich durch die Untersuchung dieser Kreuzung als sicher herausgestellt, dass das Vorkommen von Ligula in einem bestimmten Zusammenhange mit dem Rispentypus steht. Es fiel nämlich sofort auf, dass die konstant ligulalosen Parzellen sämtlich den Fahnentypus besassen. Umgekehrt zeigte sich beim genauen Vergleich der auf dem Felde gemachten Annotationen über den Rispentypus mit den Liguluntersuchungen, dass alle diejenigen Parzellen, welche den allseitwendig ausgebreiteten Rispentypus bei sämtlichen Individuen zeigten, ohne Ausnahme auch konstant mit

Ligula versehen waren, wie aus der Tabelle näher zu ersehen ist. Der allseitwendige Rispentypus ist also unbedingt von Ligulaentwickelung begleitet, oder m. a. W., Fehlen von Ligula kann nicht mit dem allseitwendig ausgebreiteten Rispentypus, sondern nur mit dem Fahnentypus vereinigt sein. Hier ist also eine Art von Korrelation vorhanden. Richtiger können wir aber die Sache so ausdrücken, dass dieselbe Einheit, welche den allseitwendigen Rispentypus bedingt, zugleich Entwicklung von Ligula ermöglicht.[1] Wenn aber auch Fehlen von Ligula nur mit Fahnentypus verbunden sein kann, so folgt daraus nicht, dass Fahnentypus mit Fehlen von Ligula verbunden sein muss. Die Untersuchung der F_2-Individuen lehrte auch gleich, dass die meisten Individuen vom Fahnentypus mit Ligula versehen waren (vrgl. die Tabelle).

Die vergleichende Untersuchung hat jedoch gelehrt, dass beide Einheiten, welche jede für sich das Vorkommen von Ligula bedingen, den Rispentypus modifizieren, aber nicht im gleichen Grade. Die eine Einheit vermag für sich allein einen völlig allseitwendigen Rispentypus und eine ziemlich stark ausstehende Stellung der Rispenäste zustande zu bringen (wenn auch die Sorte 0353 noch stärker abstehende Rispenäste zeigt); die zweite Einheit ist dagegen in dieser Hinsicht in ihrer Wirkung entschieden schwächer, indem sie zwar ziemlich ausstehende Rispenäste herbeiführt, aber die Einseitwendigkeit nicht, oder nur in geringem Grade, aufzuheben vermag. Diese Erkenntniss der verschiedenen Wirkung der beiden Einheiten ging aus der vergleichenden Untersuchung der 40 im Verhältnisse 3 mit Ligula : 1 ohne Ligula spaltenden Parzellen mit Bezug auf die Spaltung des Rispentypus hervor. Es zeigte sich nämlich, dass diese in Bezug auf Ligula monohybrid spaltenden Parzellen, wo natürlich nur je eine der Einheiten vorhanden sein kann, hinsichtlich der Rispentypusspaltung in zwei gut unterscheidbare Gruppen aufgeteilt werden konnten, von denen jede Gruppe 20 Parzellen umfasste. Da das Fehlen von Ligula den Fahnentypus bewirkt, ist es offenbar, dass die Individuen mit echtem Fahnentypus bei sämtlichen 40 Parzellen der beiden Gruppen wenigstens ebenso zahlreich sein wie die ligulalosen Individuen, d. h. ein Viertel der ganzen Individuenzahl jeder Parzelle betragen müssen. Dazu kommt aber noch, dass die Heterozygoten Fahne × Rispe zwar intermediär sind, aber doch mehr oder weniger zum Fahnentypus hinneigen, weshalb auch die Individuen mit Fahnencharakter in allen Parzellen überwiegen. In der einen Gruppe kamen aber nur oder fast nur Fahnentypen vor, obwohl diese zum Teil entschieden lockerer als bei der Sorte 0101 waren. In der anderen Gruppe überwogen allerdings auch reine Fahnentypen und intermediäre Typen, aber hier kamen auch rein allseitwendige Rispentypen in grosser Zahl vor (die letzteren im allgemeinen etwa 1/4 der ganzen Individuenanzahl). Bei dieser Gruppe ist also die stärker wirkende Einheit vorhanden, welche für sich allein eine Rispe mit völlig allseitwendig ausstehenden

[1]) Denn es liegt am nächsten anzunehmen, dass das Vorkommen von Ligula das Vorhandensein der Einheit, also das positive Glied des Merkmalspaares, bezeichnet.

		F_2-Individuen	F_3-Parzellen
1.	$L_1 L_2 \times L_1 L_2$	mit Ligula; Rispe allseitwend. ausgebreitet	konstant mit Ligula; konstant allseitwend. ausgebreit. Rispe
2.	» $\times L_1 l_2$	» » » » »	» » » » » ausgebreit. Rispe
3.	» $\times l_1 L_2$	» » » intermediär zw. L_1- und L_2-Rispe	» » » Spaltung allseitw. ausgebreit. Rispe—L_2-Rispe
4.	» $\times l_1 l_2$	» » » » zw. Rispe und Fahne	Spaltung 15 mit L. : 1 ohne L.; Spaltung allseitw. ausgebreit. Rispe—Fahne
5.	$L_1 l_2 \times L_1 L_2$	» » » allseitwend. ausgebreitet	konstant mit Ligula; konstant allseitwend. ausgebreit. Rispe
6.	» $\times L_1 l_2$	» » » » »	» » » » » ausgebreit. Rispe
7.	» $\times l_1 L_2$	» » » intermediär zw. Rispe und Fahne	Spaltung 15 mit L. : 1 ohne L.; Spaltung allseitw. ausgebreit. Rispe—Fahne
8.	» $\times l_1 l_2$	» » » » » » » »	» 3 » » 1 ohne L.; Spaltung allseitw. ausgebreit. Rispe—Fahne
9.	$l_1 L_2 \times L_1 L_2$	» » » » zw. L_1- und L_2-Rispe	konstant mit Ligula; Spaltung allseitw. ausgebreit. Rispe—L_2-Rispe
10.	» $\times L_1 l_2$	» » » » zw. Rispe und Fahne	Spaltung 15 mit L. : 1 ohne L.; Spaltung allseitw. ausgebreit. Rispe—Fahne
11.	» $\times l_1 L_2$	» » » L_2-Rispe	konstant mit Ligula; konstant L_2-Rispe
12.	» $\times l_1 l_2$	» » » intermediär zw. L_2-Rispe und Fahne	Spaltung 3 mit L. : 1 ohne L.; Spaltung L_2-Rispe—Fahne
13.	$l_1 l_2 \times L_1 L_2$	» » » » zw. Rispe und Fahne	» 15 » » 1 » »; » allseitw. ausgebreit. Rispe—Fahne
14.	» $\times L_1 l_2$	» » » » » » » »	» 3 » » 1 ohne L.; Spaltung allseitw. ausgebreit. Rispe—Fahne
15.	» $\times l_1 L_2$	» » » » zw. L_2-Rispe und Fahne	» 3 » » 1 ohne L.; Spaltung L_2-Rispe—Fahne
16.	» $\times l_1 l_2$	ohne Ligula; einseitwendige zusammengezogene Fahne	konstant ohne Ligula; konstant einseitwend. Fahne

Äston (ungefähr vom Mittelcharakter des s. g. »Steifrispenhafers«[1])) zu bewirken vermag. Wenn wir diese Einheit L_1, jene schwächer wirkende, die nur einen lockeren Fahnentypus zu bewirken vermag, L_2 benennen, und wenn jede Einheit mit ihrem Fehlen (l_1 bezw. l_2) ein Merkmalspaar bildet, dann gebührt dieser Kreuzung die Bezeichnung $l_1 l_2 \times L_1 L_2$. Die viererlei Gameten $L_1 L_2$, $L_1 l_2$, $l_1 L_2$ und $l_1 l_2$ können wie gewöhnlich in 16 verschiedenen Weisen zusammentreffen; das Resultat in Bezug auf den Charakter der F_2-Pflanzen und die Konstanz oder Spaltung der F_3-Parzellen geht aus der Übersicht auf der vorigen Seite hervor.

Dass in F_2 15 Individuen mit Ligula auf 1 ohne Ligula vorkommen, ist ja selbstverständlich, da beide Einheiten imstande sind, Ligula hervorzubringen, und unabhängig von einander spalten, und da auch die Heterozygoten $L_1 \times l_1$ und $L_2 \times l_2$ die Ligula erscheinen lassen. Dagegen sollen wir von 16 F_2-Individuen, weil nur die Einheit L_1 den allseitwendig ausgebreiteten Rispentypus hervorbringen kann, und die Heterozygoten $L_1 \times l_1$ intermediär zwischen Fahne und Rispe sind, nur 4 Individuen mit dem genannten allseitwendigen Rispentypus bekommen (die Individuen aus den 4 Verbindungen 1, 2, 5, 6 auf der vorigen Seite, welche L_1 in beiden Gameten enthalten), und diese Individuen müssen in F_3 lauter Nachkommen von demselben Rispentypus ergeben. Die Klassifizierung der 160 F_2-Individuen im Jahre 1902 ergab, wie die Tabelle S. 77—78 zeigt, 32 Individuen mit diesem Rispentypus (N:r 129—160), aber unter den als intermediär bezeichneten Individuen, die auch solche mit mässig zusammengezogener Rispe umfassten, sind 7 nach ihrem Verhalten in F_3 auch hierher zu rechnen[2]); ausserdem gehören noch 2 andere hierher (N:r 33 und 61), die also irrtümlich der Fahnengruppe zugeteilt worden waren. Umgekehrt zeigen aber 5 von den 32 Individuen Spaltung in F_3. Im Ganzen können wir also von den sämtlichen 160 F_2-Individuen 36 Individuen, oder annähernd 1/4 der ganzen Individuenzahl der F_2, mit allseitwendig ausgebreiteter Rispe zählen. Die empirisch gefundene Zahl dieser Gruppe stimmt also mit der theoretisch erwarteten ziemlich gut überein. Dass diese sämtlichen Individuen Ligula tragen und auch lauter ligulatragende Nachkommen erzeugen müssen, und dass sie dies in Wirklichkeit auch tun, ist schon oben S. 78—79 bemerkt. Von den in F_3 in Bezug auf Ligula untersuchten 129 Parzellen gehören, wie die Tabelle zeigt, 31, d. h. auch ein Viertel, zu dieser Gruppe mit Ligula und konstant allseitwendig ausgebreitetem Rispentypus (Gruppe 1). Es gehören hierher u. a. die Parzellen mit konstanter L_1-Rispe (aus $L_1 l_2 \times L_1 l_2$) und diejenigen mit konstanter $L_1 + L_2$-Rispe (aus $L_1 L_2 \times L_1 L_2$). Diese Parzellen konnten jedoch von den anderen Parzellen mit konstant allseitwendig ausgebreiteter Rispe (aus $L_1 L_2 \times L_1 l_2$ und $L_1 l_2 \times L_1 L_2$) nicht sicher unterschieden werden und wurden deshalb mit denselben zu einer Gruppe vereinigt.

Aber neben dieser Gruppe giebt es, wie die Tabelle S. 77—78 zeigt, eine zweite (Gruppe 2), deren Individuen zwar auch in Bezug auf Ligula in F_3 konstant blieben,

[1]) vrgl. FRUWIRTH, Die Züchtung landwirtsch. Kulturpfl. IV, 1907, p. 299.

[2]) Die Klassifizierung der Rispentypen in F_2 war, besonders bei schwächeren Individuen, schwierig auszuführen.

aber dagegen deutliche Spaltung des Rispentypus ergaben, indem neben überwiegend allseitwendig ausgebreiteten — mässig zusammengezogenen Rispentypen auch zum geringen Teil einseitwendige aber lockere Fahnentypen vorkamen. Es sind dies die 18 Parzellen N:r 41, 52, 60, 76, 85, 86, 92, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 109, 112, 123, 127, 128. Diese Parzellen repräsentieren offenbar die zwei Verbindungen 3 und 9 S. 80 ($L_1 L_2 \times l_1 L_2$ und $l_1 L_2 \times L_1 L_2$). Hier besitzen beide Gameten die Einheit L_2, und völlig echte Fahnentypen können deshalb hier nicht zum Vorschein kommen. Die Spaltung muss offenbar innerhalb der Grenzen des allseitwendigen Typus und des L_2-Typus stattfinden. Diese Gruppe soll 2 Parzellen auf 16 umfassen, d. h. im ganzen 16 Parzellen von den gesamten 129 in Bezug auf Ligula untersuchten. Die Untersuchung ergab 18 Parzellen — also auch hier eine gute Übereinstimmung. Diese sämtlichen Parzellen zeigten eine sehr übereinstimmende, aus den Annotationen leicht erkennbare Spaltung.

Es giebt jedoch einige Parzellen, N:r 59, 95, 96, 113 und 140, mit auch nur ligulatragenden (keinen ligulalosen) Pflanzen, die sich von der Gruppe 2 hauptsächlich durch, wenn auch seltenes, Vorhandensein von echten, zusammengezogenen Fahnentypen unterscheiden. Es sind dies die früher S. 76 erwähnten 5 Parzellen, welche in Wirklichkeit wahrscheinlich zu den im Verhältnisse 15 mit Ligula : 1 ohne Ligula spaltenden (Gruppe 3) gehören. Da diese sämtlichen 5 Parzellen nur wenige Individuen (16—27) umfassen, kann es leicht geschehen, dass die nur einmal auf 16 auftretende Verbindung $l_1 l_2 \times l_1 l_2$ zufällig ausbleibt. Sind ja doch tatsächlich mehrere Parzellen vorhanden, die auf 30—32 Individuen nur 1 ligulaloses aufweisen. Nun könnte vielleicht die Einwendung gemacht werden, dass, wenn keine ligulalosen Individuen vorhanden sind, es auch keine Individuen mit echtem Fahnentypus geben könne, denn nur wenn beide Einheiten fehlen, sollte der echte Fahnentypus entstehen. Es ist aber zu bemerken, dass die Heterozygoten L_2-Rispe $\times$ Fahne ($l_1 L_2 \times l_1 l_2$ und $l_1 l_2 \times l_1 L_2$), da die L_2-Rispe relativ wenig vom echten Fahnentypus verschieden ist, den homozygoten Fahnenindividuen sehr ähnlich sein müssen und von diesen nur durch das Vorkommen von Ligula unterschieden werden können. Gerade diese heterozygoten (ligulatragenden) Individuen sind es also, welche die Fahnentypen der genannten 5 Parzellen darstellen und zu der Annahme Anlass geben, dass diese Parzellen in Wirklichkeit nicht den konstant ligulatragenden, sondern den im Verhältniss 15 mit Ligula : 1 ohne Ligula spaltenden zugehören. Unter dieser Voraussetzung würde die Parzellenzahl dieser Gruppe statt 24 in Wirklichkeit 29 werden und dann auch der theoretisch erwarteten Zahl (32) sehr nahe kommen. Die Spaltung 15 : 1 trifft ja viermal auf 16 ein, und von den 129 Parzellen sind daher 32 Parzellen mit dieser Spaltung zu erwarten.

Die 24 der Gruppe 3 (mit der Spaltung 15 mit Ligula : 1 ohne Ligula) sicher angehörenden Parzellen sind die folgenden: N:r 10, 36, 42, 50, 56, 66, 67, 80, 81, 88, 89, 94, 106, 114, 118, 119, 120, 121, 124, 126, 129, 135, 136 und 149. Insgesamt liefern diese Parzellen 1309 Individuen mit Ligula, 77 ohne Ligula = 17.0 mit Ligula : 1 ohne Ligula, d. h. ungefähr dasselbe Verhältniss wie in F_2 (vrgl. S. 75).

Die Spaltung des Rispentypus bei den Parzellen der Gruppe 3, welche die Verbindungen 4, 7, 10 und 13 S. 80 repräsentiert, muss auch eine Wiederholung der F_2-Spaltung sein. Es kommen hier alle möglichen Kombinationen von echten Fahnentypen bis zu dem allseitig ausgebreiteten Rispentypus der Vatersorte 0353 vor.

Von den beiden zuerst s. 79 erwähnten, im Verhältnisse 3 mit Ligula : 1 ohne Ligula spaltenden Gruppen mit je 20 Parzellen geht die eine (G r u p p e 4) von den Verbindungen $L_1\,l_2 \times l_1\,l_2$ und $l_1\,l_2 \times L_1\,l_2$ aus. Theoretisch sind also von den 129 Parzellen $^1/_8 = 16$ dergleichen Parzellen zu erwarten. Die Spaltung des Rispentypus bei dieser Gruppe ist derjenigen bei der vorigen Gruppe sehr ähnlich und nicht sicher davon zu unterscheiden, obwohl die Fahnentypen hier im allgemeinen etwas mehr überwiegen. Die Spaltungsweise des Ligulamerkmales ermöglicht aber hier eine sichere Unterscheidung dieser beiden Gruppen. Zu dieser Gruppe gehören die Parzellen N:r 1, 8, 9, 31, 34, 39, 40, 44, 49, 54, 57, 62, 63, 64, 68, 69, 71, 73, 122 und 125. Zusammen liefern diese 20 Parzellen 535 Individuen mit Ligula, 191 ohne Ligula = 2.8 mit Ligula : 1 ohne Ligula.

Die zweite von den im Verhältnisse 3 mit Ligula : 1 ohne Ligula spaltenden Gruppen (G r u p p e 5) mit gleichfalls 20 Parzellen basiert auf den Verbindungen $l_1\,L_2 \times l_1\,l_2$ und $l_1\,l_2 \times l_1\,L_2$ und soll also auch 16 von den 129 Parzellen umfassen. Die Spaltung des Rispentypus ist, wie schon S. 79 erörtert, hier eine sehr charakteristische : starkes Überwiegen von echten Fahnentypen und daneben zum geringeren Teil lockere Fahnentypen (nebst vereinzelten allseitwendigen zusammengezogenen Rispentypen; vrgl. unten unter Gruppe 7). Zu dieser Gruppe gehören die Parzellen Nr. 2, 4, 5, 6, 7, 35, 37, 38, 43, 51, 53, 55, 58, 65, 70, 72, 77, 107, 110 und 116. Die ganze Individuenanzahl dieser 20 Parzellen ist: 720 mit Ligula, 230 ohne Ligula = 3.1 mit Ligula : 1 ohne Ligula.

Es sind jetzt ausser den 6 konstant ligulalosen Parzellen nur noch 5 Parzellen übrig, Nr. 32, 74, 83, 99 und 111 (G r u p p e 6), welche in Bezug auf den Rispentypus der Gruppe 5 am nächsten stehen, aber infolge Konstanz des Ligulamerkmales mit derselben gar nicht verwechselt werden können. Diese Parzellen repräsentieren offenbar die einzige noch nicht berücksichtigte Verbindung $l_1\,L_2 \times l_1\,L_2$. Aus eben diesen Parzellen wird also die Wirkung der Einheit L_2 am besten ersichtlich. Diese Parzellen zeigen alle einen fast konstant lockeren Fahnentypus. Die Rispen sind einseitwendig, nur bei einzelnen Pflanzen allseitwendig (s. unten unter Gruppe 7); die Äste spreizen jedoch in etwas verschiedenen Richtungen aus. Ausserdem stehen die Äste nicht aufrecht zusammen, sondern sind mehr oder weniger schief, zum Teil sogar beinahe horizontal gerichtet, wodurch ein lockerer, »aufgelöster» Fahnentypus zustande kommt. Von der Gruppe 5 weichen diese Parzellen ausser durch den konstanten Besitz von Ligula auch dadurch ab, dass keine echten zusammengezogenen Fahnentypen vom Charakter der Elternsorte 0101 hier vorkommen, während dagegen solche bei jener Gruppe überwogen.

Die 6 ligulalosen Parzellen (G r u p p e 7) zeigen wie früher gesagt sämtlich den Fahnentypus. Es ist jedoch zu bemerken, dass auch diese Parzellen nicht bei sämt-

lichen Pflanzen einen Rispentypus aufwiesen, der mit demjenigen der Sorte 0101 ganz identisch erschien. Nur eine einzige Parzelle zeigte in ihrer Gesamtheit einen ganz oder fast ganz 0101-ähnlichen Rispentypus. Bei den übrigen dagegen war der Rispentypus wenigstens bei einem Teil der Pflanzen ein bisschen lockerer als bei 0101, oder nicht so stark einseitwendig wie bei dieser Sorte. In letzterem Falle konnten jedoch die Rispenäste durch aufrechte Stellung ganz zusammengezogen sein, wodurch ein »schwach allseitwendiger Fahnentypus» zustande kam.

Ein gewisses ähnliches Hinneigen zum allseitwendigen Rispentypus bei manchen Pflanzen kennzeichnete in höherem oder geringerem Grade auch die übrigen Parzellen mit einseitwendiger Rispe (der Gruppen 5 und 6). Bei den meisten Parzellen dieser beiden Gruppen sind sogar vereinzelte ziemlich zusammengezogene, aber deutlich allseitwendige Rispentypen annotiert worden. In Bezug auf die Konstanz des einseitwendigen Rispentypus bei allen als konstant einseitwendig (*e*) bezeichneten Parzellen in der Tabelle ist also eine gewisse Reservation zu machen. Doch sind die ganz allseitwendigen Typen so selten, dass diese Parzellen stets mit Sicherheit von den Parzellen, wo die Einheit L_1 vorhanden ist, unterschieden werden können.

Die Wirkung der beiden Einheiten L_1 und L_2 hat sich jedenfalls sicher feststellen lassen. Nur scheinen die letzterwähnten Tatsachen zu zeigen, dass es auch andere Einheiten giebt, welche den Rispentypus in geringem Grade beeinflussen, welche aber zu dem Ligulamerkmal in keiner Beziehung stehen. Vielleicht sind jedoch die genannten kleinen Abänderungen des Rispentypus nur als eine Folgeerscheinung des Zusammentretens anderer Eigenschaften zu betrachten und nicht der Wirkung besonderer selbständiger Einheiten zuzuschreiben. Etwas näheres kann darüber gegenwärtig nicht gesagt werden.

Die Zahlenverhältnisse können folgendermassen zusammengefasst werden:

Kreuzung	Gruppe	Theoretisch erwartet		Experimentell gefunden	
$L_1 L_2 \times L_1 L_2$ » $\times L_1 l_2$ $L_1 l_2 \times L_1 L_2$ » $\times L_1 l_2$	Gruppe 1.	32		31	
$L_1 L_2 \times l_1 L_2$ $l_1 L_2 \times L_1 L_2$	Gruppe 2.	16	48	(18)	47
$L_1 L_2 \times l_1 l_2$ $L_1 l_2 \times l_1 L_2$ $l_1 L_2 \times L_1 l_2$ $l_1 l_2 \times L_1 L_2$	Gruppe 3.	32		(29)	
$L_1 l_2 \times l_1 l_2$ $l_1 l_2 \times L_1 l_2$	Gruppe 4.	16		20	
$l_1 L_2 \times l_1 l_2$ $l_1 l_2 \times l_1 L_2$	Gruppe 5.	16		20	
$l_1 L_2 \times l_1 L_2$	Gruppe 6.	8		5	
$l_1 l_2 \times l_1 l_2$	Gruppe 7.	8		6	

Wenn wir nur die Spaltung des Rispentypus berücksichtigen, sollen wir von 16 F_3-Parzellen bekommen:

4 mit konstant allseitwendigem Rispentypus (Gruppe 1),

8 spaltend allseitwendig-einseitwendig (Gruppen 2—4) und

4 mit konstant einseitwendigem Rispentypus (Gruppen 5—7).

Von den sämtlichen 160 F_3-Parzellen zeigen, wie die Tabelle zeigt, 36 einen konstant allseitwendigen Rispentypus, 84 spalten, und 40 weisen den einseitwendigen Rispentypus auf.

Eine bessere Übereinstimmung zwischen den berechneten und den experimentell sicher gefundenen Zahlen kann man wohl kaum verlangen. Die F_3-Analyse hat also eine vollständige Aufklärung über das Verhalten des Ligulamerkmales bei der Sorte 0353 gegeben. Die für das Ligulamerkmal exakt ermittelten Zahlenverhältnisse haben zugleich gestattet, die Spaltungen des Rispentypus, welche man sonst nur mit grosser Schwierigkeit hätte aufklären können, mit den Mendelschen Gesetzen in Einklang zu bringen.

Das Ligulamerkmal der Sorte 0353 wird von zwei Einheiten bedingt, die unabhängig von einander spalten. Die eine Einheit bewirkt zugleich den allseitwendigen, ausgebreiteten Rispentypus, die zweite den lockeren, aufgelösten Fahnentypus, während Abwesenheit beider Einheiten den dicht zusammengezogenen Fahnentypus nebst Fehlen von Ligula zur Folge hat. Wenn wir, wie schon oben gesagt, das Vorhandensein von Ligula als das positive, das Fehlen derselben als das negative Glied des Merkmalspaares betrachten, werden wir also auch dazu veranlasst, den Fahnentypus des Hafers als den negativen, durch Fehlen gewisser Einheiten zustande gebrachten, »einfacheren» Typus anzusehen, unter den Farbentypen dem weissen entsprechend. Dieser Fall ist also insofern von besonderem Interesse, als es durch denselben gelungen ist, das Prinzip von der Anwesenheit und Abwesenheit der Elementareigenschaften als Glieder je eines Merkmalspaares de facto auf ein Gebiet zu übertragen, wo man sonst nur per analogiam oder aus indirekten Gründen zur Annahme dieses Grundprinzips gelangen würde. Mit grösserem Recht darf man wohl jetzt mit diesem Fall vor den Augen auch z. B. die Differenzen an Ährentypus beim Weizen und die darauf bezüglichen Spaltungen, ebenso wie die Spaltungen von Grösseneigenschaften usw. unter denselben Gesichtspunkt bringen. Die Theorie von der Gemeingültigkeit des genannten Prinzips und von der Bedeutung desselben zur Erklärung der von Mendel zuerst festgestellten und von den späteren Forschungen noch durchaus unerschütterten Gesetzmässigkeit, die sich in der Erzeugung der verschiedenen Gameten jedes Merkmalspaares in gleicher Anzahl äussert, dürfte durch solche Fälle nur noch fester begründet werden.

Die allseitwendigen, ausgebreiteten Rispentypen des Hafers müssen wir dagegen als die komplizierteren betrachten, die durch das Vorhandensein mehr oder weniger zahlreicher, die Stellung der Rispenäste beeinflussender Einheiten bedingt werden.

Interessant ist es von diesem Gesichtspunkte aus die verschiedenen, am Anfang dieses Kapitels (S. 75) aufgezählten Kreuzungen mit einander zu vergleichen. Die Eltern der ersterwähnten Kreuzung *0101* × *0202* sind beide Fahnentypen (0202 jedoch ein etwas lockerer), aber bei 0101 fehlt die Ligula, während 0202 (aus Schwarz. Tart. Fahnenhafer) dieselbe besitzt. Die Sorte 0202 unterscheidet sich aber, im Gegensatz zu der Sorte 0353, von 0101 durch nur eine Ligulaeinheit; denn die Spaltung in F_2 ist ja hier die gewöhnliche monohybride, 198 mit Ligula : 49 ohne Ligula. Die Einheit, welche die Ligula der Sorte 0202 verursacht, ist für sich allein nur imstande, einen ein bisschen lockreren Fahnentypus als den der Sorte 0101 herbeizuführen.

Die übrigen mit 0101 gekreuzten Sorten, welche nach der Spaltung in F_2 zu schliessen zwei oder mehr Ligulaeinheiten besitzen, zeigen sämtlich den allseitwendigen, ausgebreiteten Rispentypus. Bei den beiden Sorten 0401 und 0700 lässt die Spaltung in F_2 anscheinend auf drei, bei der Sorte 0950 sogar auf vier Ligulaeinheiten schliessen. Gerade bei der letztgenannten Sorte sind die Rispenäste am stärksten ausgespreizt, bisweilen sogar etwas schief nach unten gerichtet, hängend, weshalb die Sorte auch der »Schlaffrispenhafer«-Gruppe [1]) zugerechnet worden ist. Wenn sämtliche vier Ligulaeinheiten zu der ausgespreizten Stellung der Rispenäste in höherem oder niedrigerem Grad beitragen (was jedoch bis jetzt nicht experimentell nachgewiesen ist), dann ist es ja natürlich, dass diese Sorte mit den meisten Ligulaeinheiten auch die am stärksten ausgebreiteten Rispen zeigen muss.

Schon die Untersuchung der F_2 auf dem Felde im Jahre 1902 lenkte sofort die Aufmerksamkeit auf das merkwürdige Verhältniss, dass bei der Kreuzung *0101* × *0950*, im scharfen Gegensatz zu der oben erörterten Kreuzung 0101 × 0353, wo die zusammengezogenen — aufgelösten Fahnentypen überwogen, die zusammengezogenen Fahnentypen in »sehr grosser Minorität« waren (s. näheres im folgenden Kapitel). Dieser auffallende Unterschied der in unmittelbarer Nähe von einander wachsenden Kreuzungen konnte damals nicht erklärt werden. Bei der einen Kreuzung »dominierte« der Fahnentypus, bei der anderen der ausgebreitete Rispentypus. Erst nach Untersuchung der Spaltung des Ligulamerkmales bei der Kreuzung 0101 × 0353 ist das verschiedene Verhalten der beiden Kreuzungen verständlich geworden. Das Überwiegen der ausgebreiteten Rispentypen in F_2 bei der Kreuzung 0101 × 0950 kommt ganz unzweifelhaft davon her, dass die ausgespreizte Stellung der Rispenäste bei der Sorte 0950 von mehreren unter sich unabhängigen Einheiten bedingt wird. Die beiden ligulalosen F_2-Individuen dieser

[1]) Vrgl. Fruwirth, Die Züchtung landwirtsch. Kulturpfl. IV, 1907, p. 300.

Kreuzung zeigten ebenso wie bei der Kreuzung 0101 × 0353 den echten Fahnentypus; eines derselbe wurde auf seine Vererbung geprüft und blieb sowohl in Bezug auf Fahnentypus wie Fehlen von Ligula konstant. Ausser diesen beiden ligulalosen Individuen gab es in F_2 37 andere Fahnentypen, die aber mit Ligula versehen waren. Ebenso wie bei 0353 muss es also auch bei 0950 eine oder mehrere Einheiten geben, die zwar Ligula erzeugen, aber nicht gleichzeitig allseitwendigen Rispentypus bewirken (vrgl. näheres im nächsten Kapitel).

Bei der Kreuzung *0401 × 0101* lässt wie gesagt die F_2-Spaltung auf das Vorhandensein von 3 Ligulaeinheiten bei 0401 schliessen. Auch hier gehörten die 5 ligulalosen Individuen sämtlich dem Fahnentypus an; es muss also auch bei 0401 eine Einheit geben, die zugleich Ligula und allseitwendige Stellung der Rispenäste bewirkt. Die meisten (73) Fahnenindividuen der F_2 zeigten Ligula; also müssen eine oder zwei von den Ligulaeinheiten die Allseitwendigkeit nicht bewirken können (vrgl. nächst. Kapitel). Es wurden 29 F_2-Individuen separat weiter geprüft. 7 von diesen gehörten der Fahnengruppe an — davon 6 mit, 1 ohne Ligula. Das letzte erwies sich selbstverständlich als konstant ligulalos, von den 6 übrigen ergaben 4 sichere Spaltung im Verhältnisse 3 mit Ligula : 1 ohne Ligula. Von 13 Individuen mit intermediärem Typus zeigte nur eines, und von 9 Individuen mit 0401-ähnlichem Rispentypus auch nur eines in seiner Nachkommenschaft die Spaltung 3 : 1. Wegen geringer Individuenzahl wurde von den übrigen Spaltungsweisen nur die Spaltung 15 : 1 (an 3 Parzellen) ersichtlich. Die übrigen 19 Parzellen zeigten nur mit Ligula versehene Pflanzen. Die gemachte F_3-Analyse widerspricht also keineswegs der Annahme, dass das Ligulamerkmal der Sorte 0401 von drei Einheiten bedingt sei, wenn auch nur ein vollständiges Verfolgen in F_3 völlig beweisend sein kann.

Die Kreuzung *0700 × 0101*, die, nach der F_2-Spaltung zu schliessen, auch ligula-trihybrid sein sollte, verhält sich von der vorigen Kreuzung insofern abweichend, als die Fahnentypen in F_2 hier, ebensowie bei der Kreuzung 0101 × 0950, sehr selten sind. Es wurden nämlich unter 215 Individuen nur 11 Fahnentypen gefunden. Von den 3 ligulalosen Individuen zeigte eines den echten stark zusammengezogenen Fahnentypus, die beiden anderen aber mehr lockeren Fahnentypus oder sogar allseitwendigen, aber dennoch ziemlich zusammengezogenen, fahnenähnlichen Rispentypus. Hieraus scheint auch hervorzugehen (vrgl. die Kreuzung 0101 × 0353 S. 84), dass es Einheiten giebt, die den Rispentypus gewissermassen beeinflussen, aber nicht Ligula bewirken. — Diese Kreuzung wurde in F_3 nicht verfolgt.

Wie viele unabhängige Einheiten es giebt, welche das Ligulamerkmal bewirken, lässt sich natürlich aus den bisher gemachten Untersuchungen nicht entnehmen. Vier solche sind mit ziemlich grosser Sicherheit konstatiert worden, aber die Möglichkeit besteht ja, dass sie noch zahlreicher sein können. Bei Kreuzung zwischen verschiedenen mit Ligula versehenen Sorten habe ich bis jetzt nirgends ligulalose Formen in F_2 bekommen, was der Fall sein sollte, wenn die gekreuzten Formen durch nur je eine selbständige Ligulaeinheit von einander abwichen; es

mag aber daran erinnert werden, dass die gekreuzten Formen sehr wohl in mehreren Einheiten verschieden sein können, aber nur eine gemeinschaftliche Einheit genügt um die Spaltung in mit Ligula versehene und ligulalose Individuen zu verhindern. Wir können uns z. B. zwei Sorten denken

$$L_1\, L_2\, L_3\;\, l_4\, L_5 \text{ und}$$
$$l_1\;\, l_2\, L_3\, L_4\;\, l_5,$$

welche in vier Einheiten, L_1, L_2, L_4 und L_5, verschieden sind, aber eine gemeinsame Einheit, L_3, enthalten, infolge deren die Descendenz einer solchen Kreuzung keine ligulalosen Formen aufweisen kann. Die Untersuchungen widersprechen also keineswegs der Annahme, dass die unabhängigen Liguleeinheiten oder Rispentypuseinheiten noch mehr als vier zählen. Es sind aber erst die Kreuzungen mit der ligulalosen Form 0101, welche einen, obwohl bisher nur schwach orientierenden, Einblick in diesen Einheitskomplex gestattet haben.

Durch die Untersuchungen geht ferner — wie schon oben gesagt — hervor, dass zwar Fehlen von Ligula unbedingt vom Fahnentypus begleitet ist[1]), aber nicht umgekehrt. Die meisten bekannten Fahnenhafersorten sind auch tatsächlich mit Ligula versehen. Die Korrelation besteht nach den Untersuchungen nur darin, dass es gewisse Einheiten giebt, welche zugleich die Ligula und den ausgebreiteten Rispentypus verursachen, neben denen es aber noch andere giebt, welche zwar das Ligulamerkmal hervorrufen, aber doch das Beibehalten des Fahnentypus zulassen, d. h. den ausgebreiteten Rispentypus nicht zu bewirken imstande sind. Die beschränkte Korrelationsgültigkeit, die man bei Vergleichung einer grossen Zahl konstanter Getreideformen so oft insofern bemerkt, als eine Eigenschaft zwar gern, d. h. im grossen und ganzen, aber nicht ausnahmslos, mit einer anderen Eigenschaft verknüpft ist, m. a. W. dass die beiden Eigenschaften nicht ganz parallel, aber im wesentlichen gleichsinnig variieren, lässt sich in der Beleuchtung solcher Tatsachen besser verstehen. Wenn mehrere Einheiten vorhanden sind, von denen einige gleichzeitig mehrere Eigenschaften der Pflanze beeinflussen können, d. h. sozusagen korrelativ wirkend sind, während andere dagegen in ihrer Wirkung auf einzelne dieser Eigenschaften beschränkt sind, so ist es ja ziemlich natürlich, dass auch Formen vorkommen können, bei denen die Korrelation fehlt, s. g. Korrelationsbrecher, wenn nämlich diese Formen nur nichtkorrelativ wirkende Einheiten, aber keine korrelativ wirkenden besitzen. Bei Kreuzungen können solche Korrelationsbrecher demnach einfach durch Neukombination vorhandener Einheiten zustande kommen, und bezeichnen also in dem Falle nichts wirklich Neues, sondern nur eine Umgruppierung der Einheiten. Auch die Abstufungen der Korrelationsgültigkeit können durch verschiedene Gruppierung korrelativ und nichtkorrelativ wirkender Einheiten zustande kommen.

Dass dieselben äusseren Merkmale bisweilen »verkoppelt», aber in anderen Fällen von einander unabhängig sein können, braucht also nicht zu bedeuten, dass

---

[1]) Die Kreuzung 0700 × 0101 vielleicht ausgenommen.

für jedes der verkoppelten Merkmale eine Einheit vorhanden sei, m. a. W. dass sonst unabhängige Einheiten in gewissen Fällen verkoppelt werden können. Im Hinblick auf das oben konstatierte Beispiel, wo die Verkoppelung von Ligulamerkmal und Rispentypus von gewissen Einheiten, aber nicht von allen herbeigeführt wurde, wird man eher verallgemeinernd sagen dürfen, dass die einmal gegebenen wirklichen Einheiten stets gleich unabhängig von einander sind, dass aber gewisse Einheiten nur in einzelnen, andere dagegen gleichzeitig in mehreren Ausseneigenschaften sich äussern. Statt einer geringeren Zahl bisweilen verkoppelter Einheiten, wird man dahin geführt, eine grössere Zahl von stets selbständig auftretenden Einheiten anzunehmen. Die Untersuchungen von allerlei Eigenschaften lehren auch immer mehr, dass die wirklichen Einheiten zahlreicher sind, als man von vornherein erwarten konnte. Sogar fast ganz dieselbe äussere Ausbildung einer Eigenschaft bei zwei Formen kann das Resultat je einer selbständigen Einheit sein. Wenigstens können verschiedene Einheiten in ihrer äusseren Wirkung so übereinstimmen, dass die kleinen Differenzen, welche sie verursachen, nur mit grosser Schwierigkeit vom Auge erkannt werden können. Wenn man nicht aus den Zahlenverhältnissen wüsste, dass verschiedene Einheiten vorhanden sind, würden die geringfügigen äusseren Unterschiede es gar nicht erkennen lassen; in dieser Hinsicht hat z. B. schon die rote Kornfarbe beim Weizen ein sehr eklatantes Beispiel dargeboten.

Ganz dasselbe Verhältniss hat sich zum Teil auch bezüglich der Ligulaeinheiten gezeigt. Bei der Sorte 0353, deren Ligulaeinheiten L_1 und L_2 benannt wurden, hat eine Untersuchung der Ligula bei den F_3-Parzellen mit konstanter L_2-Rispe, die ja nur die Einheit L_2 besitzen (aus der Verbindung $l_1 L_2 \times l_1 L_2$), gezeigt, dass die Ligula bei diesen Parzellen ebenso oder fast ebenso gut entwickelt ist wie bei der Sorte 0353 (ein sicherer Unterschied konnte jedenfalls nicht gemacht werden). Die L_2-Einheit vermag also in Bezug auf Ligula für sich allein dieselbe oder fast dieselbe Wirkung wie beide Einheiten zusammen auszuüben. Die schwächere Wirkung der L_2-Einheit in Bezug auf Rispentypus wird also kaum von einer schwächeren Wirkung dieser Einheit in Bezug auf Ligula begleitet.

Die Beschaffenheit der von der L_1-Einheit bedingten Ligula kann, da die konstanten L_1-Parzellen (aus $L_1 l_2 \times L_1 l_2$) unter den anderen Parzellen mit konstant allseitwendig ausgebreiteter Rispe nicht identifiziert werden konnten, nur aus den im Verhältniss 3 : 1 spaltenden Parzellen der Gruppe 4 (aus $L_1 l_2 \times l_1 l_2$ und $l_1 l_2 \times$ $\times L_1 l_2$) ersehen werden. Die Ligula ist bei den meisten Individuen (also bei allen homozygoten $L_1 l_2 \times L_1 l_2$) dieser Parzellen ebenso gut entwickelt wie bei der Elternsorte 0353.

Die beiden unabhängigen Ligulaeinheiten der Sorte 0353 bewirken also offenbar kaum verschiedene Beschaffenheit der Ligula, und aus ihrer äusseren Wirkung kann man daher durchaus nicht ersehen, dass sie verschiedene Einheiten darstellen.

Ferner ist auch festgestellt worden, dass die beiden in Bezug auf Ligulabeschaffenheit etwa gleich wirkenden Einheiten zusammen keine merkbar grössere Länge der Ligula herbeiführen als jede für sich.

Bei der Sorte 0401 dürften dagegen die vorhandenen (wahrscheinlich drei) Ligulaeinheiten verschiedene Beschaffenheit der Ligula verursachen. Unter den wenigen untersuchten, im Verhältniss 3 : 1 spaltenden F_3-Parzellen (wo also nur eine Ligulaeinheit vorhanden sein kann) gab es nämlich eine, bei welcher neben ligulalosen Individuen nur solche mit wenig entwickelter, abgestumpfter Ligula, viel kürzer als bei 0401, vorhanden waren. Es dürfte also hier eine Einheit, die nur kurze Ligula bewirkt, vorhanden sein.

Es ist demnach wahrscheinlich, dass bei dem Bilden der mannigfachen Ligulatypen der Gräser viele unabhängige Einheiten tätig sind. Ob durch das verschiedene Kombinieren der Einheiten andere Abstufungen der Ligulalänge zustande kommen können als diejenigen, welche die Einheiten jede für sich allein bewirken, oder ob die Wirkung einer Einheit von derjenigen anderer Einheiten einfach »gedeckt» wird, so dass jedenfalls nicht mehr Abstufungen gebildet werden, als es Einheiten giebt, ist eine Frage, die noch des weiteren Studiums bedarf.

Dagegen ist es festgestellt, dass die beiden Einheiten L_1 und L_2 der Sorte 0353 zusammen einen anderen Rispentypus als jede für sich allein bewirken. Dass die Einheit L_2 den Rispentypus viel weniger modifiziert als L_1, ist schon oben erwähnt worden, aber sie wirkt doch, was die Stellung der Rispenäste betrifft, in derselben Richtung. Wenn beide Einheiten zusammenkommen, wird daher allem Anschein nach der Rispentypus noch mehr ausgebreitet, als wenn L_1 allein vorkommt. Zwar konnten unter den Parzellen der F_3 mit konstant ausgebreiteten Rispentypen diejenigen, wo L_1 allein vorkam, nicht sicher von den übrigen unterschieden werden, aber die Menge von Individuen in diesen Parzellen mit entschieden steifer aufwärtsstehenden Rispenästen als bei der Sorte 0353 spricht entschieden dafür, dass die Einheit L_1 für sich allein keine so stark ausgespreizte Aststellung wie L_1 und L_2 zusammen zu bewirken vermag. Die oben hervorgehobene Tatsache, dass die meisten Ligulaeinheiten eben bei denjenigen der untersuchten Sorten konstatiert wurden, welche die am meisten ausgespreizten Rispenäste zeigen, steht auch hiermit in Übereinstimmung.

Der Zusammenhang zwischen Ligulamerkmal und Stellung der Rispenäste erscheint anfangs merkwürdig. Indessen mag erwähnt werden, dass bei der ligulalosen Sorte 0101 auch die Blätter eine deutlich andere, mehr aufrechte Stellung einnehmen als bei den gewöhnlichen mit Ligula versehenen Sorten.

Es ist jedoch nochmals daran zu erinnern, dass es Ligulaeinheiten giebt, die den Rispentypus nicht oder nur wenig beeinflussen. Die meisten Sorten des Fahnentypus sind wie gesagt mit Ligula versehen; doch scheint es mir, als ob keine von diesen Sorten einen ganz so zusammengezogenen Rispentypus wie 0101 besitzen sollte.

Dagegen dürfte es keine Einheit geben, die den völlig allseitwendig ausgebreiteten Rispentypus, aber nicht Ligula zu bewirken vermag. Wenn dies der Fall ist, muss also der völlig allseitwendig ausgebreitete Rispentypus mit dem Ligulamerkmal korrelativ verbunden sein. Unter all den äusserst zahlreichen, aus verschiedenen Ländern stammenden untersuchten Formen mit allseitwendig ausgebreitetem Rispentypus habe ich auch keine einzige gefunden, bei welcher die Ligula fehlt.

C. Rispen- und Ährentypus.

1. Rispentypus beim Hafer.

a. *Rispe × Fahne.*

Diese Rubrik umfasst Kreuzungen zwischen allseitwendigen und einseitwendigen Rispentypen. Schon Rimpau[1]) hat die Spaltung des Rispentypus bei Kreuzungen beobachtet. Zwei natürliche Kreuzungen, Hallets kanad. Rispenhafer × Tartar. schwarz. Fahnenhafer und Dänischer Dünenhafer × Tartar. Fahnenhafer lieferten in der zweiten Generation ein Gemisch von Rispen- und Fahnenhafer; bei der ersteren dieser Kreuzungen werden auch Zwischenformen zwischen beiden erwähnt. In dem Bericht Wilsons[2]) wird der intermediäre Typus der primären Bastarde hervorgehoben. Bei den beiden Kreuzungen Black Tartarian × White Canadian und Black Tartarian × Abundance waren die Rispen bei den Bastarden mehr oder weniger deutlich einseitwendig, aber offener, d. h. mit stärker ausstehenden Ästen versehen, als bei der als Elter benutzten Fahnenhafersorte.

Über die Verhältnisszahlen für die Spaltung in der zweiten Generation giebt es dagegen bisher, soweit ich gefunden habe, keine Angaben.

Die hier zu besprechenden Kreuzungen zwischen Rispen- und Fahnentypen sind 10 an der Zahl. Von 8 dieser Kreuzungen wurde im Jahre 1902 die F_2 angebaut, und es wurde dann beim Ernten versucht, die Pflanzen nach dem Rispentypus zu klassifizieren. Zum Teil sind die dabei gewonnenen Zahlen schon im vorigen Kapitel bei Besprechung des Verhaltens des Ligulamerkmales angeführt worden.

0101 Fahne × 0353 Rispe.	F_2	32 Rispe,	53 intermediär,	75 Fahne.	Summa 160
0101 » × 0950 »	»	395 »	115 »	39 »	» 549
0401 Rispe × 0101 Fahne.	»	59 »	88 »	78 »	» 225
0700 » × 0101 »	»	136 »	68 »	11 »	» 215
01002 » × 0101 »	»	98 »	73 »	55 »	» 226
0301 » × 0202 » *a.*	»	139 Rispe + intermediär,		103 »	» 242
» » » » *b.*	»	134 » + »		77 »	» 211
0202 Fahne × 0926 Rispe	»	158 Rispe,	87 intermediär,	7 »	» 252
0202 » × 0950 »	»	83 »	44 »	13 »	» 140

[1]) Kreuzungsprodukte landwirtsch. Kulturpfl. Sonderabdruck aus: Landwirtsch. Jahrb. 1891.
[2]) The hybridisation of cereals. Journ. of Agricult. Science, II, 1, 1907, p. 68.

Wenn wir, um die relativen Verhältnisse anschaulicher zu machen, dieselben prozentisch ausdrücken, bekommen wir folgende Zahlen:

0101 × 0353.	20 %	Rispe,	33 %	intermediär,	47 %	Fahne
0101 × 0950.	72 »	»	21 »	»	7 »	»
0401 × 0101.	26 »	»	39 »	»	35 »	»
0700 × 0101.	63 »	»	32 »	»	5 »	»
01002 × 0101.	43.4 »	»	32.3 »	»	24.3 »	»
0301 × 0202, *a*.	57 »	Rispe + intermediär,			43 »	»
» × » *b*.	64 »	» + »			36 »	»
0202 × 0926.	63 »	Rispe,	34 %	intermediär,	3 »	»
0202 × 0950.	59.3 »	»	31.4 »	»	9.3 »	»

Es fällt sofort auf, dass die Fahnentypen bei den verschiedenen Kreuzungen in sehr verschiedener Anzahl auftreten. Die drei Kreuzungen 0101 × 0353, 0401 × 0101 und 0301 × 0202 scheinen sich in ungefähr gleicher Weise zu verhalten, während bei 0101 × 0950, 0700 × 0101, 0202 × 0926 und 0202 × 0950 die Fahnenindividuen weit seltener sind.

Die im Ligulakapitel besprochene, in F_3 vollständig durchgeführte Untersuchung der Kreuzung *0101* × *0353* hat die F_2-Spaltung vollständig aufklären können. Es ging daraus hervor, dass ein Teil der Fahnenindividuen der F_2 in F_3 Spaltung Rispe–Fahne ergab; die meisten lieferten jedoch nur Fahnennachkommen, bei denen aber die Fahne zusammengezogen (wie bei 0101) oder offen sein konnte. Die intermediären F_2-Individuen, zu denen nicht nur stark aufgelöste, aber deutlich einseitige Typen, sondern auch zusammengezogene, kaum oder gar nicht einseitige Typen gerechnet wurden, ergaben grösstenteils Spaltung Rispe–Fahne, zum geringeren Teil konstante Fahne oder konstante allseitwendige Rispe. Die F_2-Individuen mit echter Rispe ergaben zum allergrössten Teil konstante Rispe; nur wenige spalteten in Rispe und Fahne auf. Im ganzen zeigten von den F_3-Parzellen $^1/_4$ konstante Rispe, $^1/_2$ Spaltung Rispe–Fahne und $^1/_4$ konstante Rispe. Es stellte sich also zweifellos das gewöhnliche Mendelsche Verhältniss heraus. Die Allseitwendigkeit und die Einseitwendigkeit bilden mit einander ein gewöhnliches Merkmalspaar. Da nach dem im genannten Kapitel Ausgeführten die Einseitwendigkeit das negative Glied des Merkmalspaares, d. h. das Fehlen der Einheit, bezeichnet, muss man sagen, dass bei 0353 eine Einheit vorhanden ist, die bei 0101 fehlt, und die die allseitwendige Stellung der Rispenäste verursacht. Die Spaltungszahlen zeigen mit Sicherheit, dass bei der Sorte 0353 nur e i n e Einheit für die Allseitwendigkeit vorhanden ist (diese Einheit wurde im Ligulakapitel L_1 genannt).

Die Untersuchung zeigte aber auch, dass bei 0353 eine zweite den Rispentypus beeinflussende Einheit (L_2) vorhanden war. Diese vermochte allerdings nicht die allseitwendige Stellung der Rispenäste herbeizuführen, aber bewirkte doch eine abstehende, zum Teil horizontale, statt aufrechte Stellung der Rispenäste, wodurch

ein lockerer offener Fahnentypus zustande kam. Die beiden Einheiten zusammen verursachten stärker abstehende Rispenäste als jede für sich allein. Die Elternsorte 0353, bei welcher beide Einheiten vorhanden sind, hat m. a. W. stärker abstehende Äste als diejenigen Individuen, bei welchen nur die Einheit L_1 vorhanden ist. Unter solchen Umständen ist es aber natürlich, dass die Heterozygoten Fahne $\times$ L_1-Rispe einen echteren Fahnentypus erhalten als die Heterozygoten Fahne $\times$ 0353-Rispe. Das F_1-Individuum der Kreuzung 0101 $\times$ 0353 zeigte demnach auch einen ziemlich offenen Fahnentypus, während dagegen die meisten F_2-Heterozygoten Fahne $\times$ L_1-Rispe, wie es die F_3-Untersuchung zeigte, den echten Fahnentypus besassen: von den 20 F_3-Parzellen der Gruppe 4, den Verbindungen $L_1\, l_2 \times l_1\, l_2$ und $l_1\, l_2 \times L_1\, l_2$ angehörend, stammten nicht weniger als 18 aus Fahnenindividuen, dagegen nur 2 aus Individuen von intermediärem Rispentypus (vrgl. S. 83 und die Tabelle S. 77).

Hierdurch wird verständlich, weshalb ein Teil der F_2-Fahnentypen in ihrer Nachkommenschaft nicht konstante Fahne, sondern Spaltung Fahne–Rispe ergeben.

Die Kreuzung *0401* $\times$ *0101* scheint sich in ungefähr ähnlicher Weise wie die vorige zu verhalten; die Verhältnisszahlen der F_2 sind nicht sehr verschieden. Die Allseitwendigkeit der Sorte 0401 dürfte demnach auch nur durch eine Einheit hervorgerufen sein. Die Ligulauntersuchung zeigte, dass bei dieser Sorte wahrscheinlich drei Einheiten für das Ligulamerkmal vorhanden sind, von denen die eine (L_1) den allseitwendigen Rispentypus bewirkt. Die zwei anderen (L_2, L_3) können die Einseitwendigkeit nicht aufheben, bewirken aber höchst wahrscheinlich, ebenso wie die L_2-Einheit bei der vorigen Kreuzung, etwas abstehende Rispenäste, während diese bei 0101 ganz aufrecht sind. Es zeigte sich nämlich bei der Untersuchung der F_2 im Jahre 1902, dass die allseitwendigen Rispentypen nur sehr selten ebenso stark abstehende Äste wie 0401 aufwiesen, aber im allgemeinen etwas mehr »steifästig» waren. Die L_1-Einheit bedingt wohl also für sich allein eine steifästigere Rispe als die der 0401, wo alle drei Einheiten vorhanden sind. Es ist deshalb auch hier zu erwarten, dass die Heterozygoten L_1-Rispe $\times$ Fahne einen mehr zusammengezogenen, echten Fahnentypus zeigen werden als der primäre Bastard 0401 $\times$ 0101, bei welchem der Rispentypus sowohl locker als auch ziemlich allseitwendig[1]) war. Die 35 % Fahnenindividuen der F_2 dürften also, ebenso wie bei der vorigen Kreuzung, zum Teil Spaltung Fahne–Rispe ergeben. Die Untersuchung von 7 Fahnenindividuen in F_3 hat dies auch bestätigt. Von diesen zeigten nämlich nur 5 konstanten Fahnentypus; 2 spalteten in Fahne und Rispe auf.

Es ist wohl also nicht zu bezweifeln, dass auch bei dieser Kreuzung in Bezug auf Allseit- und Einseitwendigkeit des Rispentypus das gewöhnliche monohybride Verhältniss besteht, m. a. W. dass die Allseitwendigkeit der Sorte 0401 von nur einer Einheit bedingt ist.

---

[1]) In Übereinstimmung damit steht, dass die echten Fahnentypen in F_2 bei dieser Kreuzung nicht so zahlreich sind als bei der vorigen.

Ebenso unzweifelhaft zeigt die Kreuzung *0301* × *0202*, dass es bei 0301 nur eine Einheit für die Allseitwendigkeit giebt. Die F_1-Individuen waren intermediär: die Rispen waren mehr zusammengezogen als bei 0301 aber nicht so vollkommen einseitig wie bei 0202. Um so sicherer erscheint es daher, dass die Fahnentypen der F_2 (die zum Teil etwas lockerer als bei 0202 waren) wenigstens zu 25 % Homozygoten Fahne × Fahne sind, und dass also das einfache Verhältniss 1 : 2 : 1 auch hier besteht.

Zwei andere im Jahre 1906 ausgeführte Kreuzungen Rispe × Fahne, von denen voriges Jahr die F_2-Spaltung beobachtet wurde, haben sich offenbar auch in gewöhnlicher monohybrider Weise verhalten. Es sind dies die Kreuzungen *0193 Fahne* × *0351 Rispe* und *0196 Fahne* × *0302 Rispe*. Bei den beiden Sorten 0351 und 0302 stehen die Rispenäste etwas mehr aufrecht als bei den bisher erwähnten Rispentypen; die Rispe wird dadurch mehr zusammengezogen und dem Fahnentypus etwas ähnlicher. Die F_1-Individuen dieser Kreuzungen waren ziemlich echte Fahnentypen. In F_2 wurde eine genaue Zählung der verschiedenen Kategorien von Rispentypen nicht vorgenommen, aber nach den auf dem Felde gemachten Annotationen waren die echten Fahnentypen ungefähr ebenso zahlreich wie die intermediären Typen und die Rispentypen zusammen. Die echten allseitwendigen Rispentypen schienen etwa 1/4 der ganzen Individuenzahl auszumachen. Die beiden Kreuzungen umfassen 3 resp. 4 verschiedene Linien, welche sich in ungefähr gleicher Weise verhielten; nur bei einer Linie der Kreuzung 0196 × 0302 waren die Fahnentypen etwas seltener als sonst.

Auch diese beiden Kreuzungen zeigen offenbar das Verhältniss 1 : 2 : 1. Die Sorten 0351 und 0302 haben also, ebenso wie 0353, 0401 und 0301, nur eine Einheit für die Allseitwendigkeit der Rispe. Diese sämtlichen Sorten werden dem Steifrispenhafer zugerechnet[1]).

Die drei Sorten 0700, 0926 und 0950, von denen die erste zum Sperrrispenhafer, die beiden letzteren zum Schlaffrispenhafer gerechnet werden, zeigen einen anderen Rispentypus als die obengenannten Sorten. Die Rispen sind hier grösser

---

[1]) Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass gewisse alte Haferrassen, wie z. B. der Propsteierhafer, kürzere, mehr aufwärtsstehende Rispenäste und deshalb auch mehr zusammengezogene Rispen aufweisen als andere Haferrassen, bei denen die Rispen durch längere, mehr horizontal abstehende, bisweilen sogar schief nach unten gerichtete Äste einen ganz anderen, im Umkreise grösseren, mehr lockeren und schlaffen Typus aufweisen. Diese Unterschiede im Rispenbau sind ebenso treu erblich wie z. B. Unterschiede an Korngrösse usw. Nur sind die beiden obengenannten Haupttypen keineswegs scharf von einander getrennt, sondern durch allerlei Übergänge verbunden. Die erblichen Rispentypen bilden m. a. W. ebensowie die erblichen Abstufungen von Grösseneigenschaften eine zusammenhängende Serie. Beim Propsteierhafer können erbliche Formen mit steiferen und schlafferen Rispen unterschieden werden. Die letzteren bilden den Übergang zu den noch lockreren oder schlafferen Rispentypen, die z. B. gewisse alte schwedische Landesrassen kennzeichnen. Hj. Nilsson hat den steiferen Rispentypus als Steifrispenhafer bezeichnet und unter den lockreren Typen den Spreizrispenhafer, Sperrrispenhafer und Schlaffrispenhafer unterschieden. Vrgl. z. B. Fruwirth, Die Züchtung landwirtsch. Kulturpfl. IV, 1907, p. 299; ferner Ulander, Die schwed. Pflanzenzüchtung zu Svalöf, Journ. f. Landwirtsch. 1906, p. 105, wo Abbildungen der verschiedenen Rispentypen gegeben sind.

und lockerer, mit mehr ausgespreizten—hängenden Ästen. Diese Sorten zeigen bei Kreuzungen mit Fahnentypen ein ganz anderes Verhältniss, indem die echten Fahnentypen in F_2 nur wenige Prozent betragen. Daraus geht hervor, dass bei den Sorten 0700, 0926 und 0950 die allseitwendige Stellung der Rispenäste von mehr als einer selbständig spaltenden Einheit herrühren muss.

Die Sorte 0950 hat sich in den beiden Kreuzungen *0101* × *0950* und *0202* × *0950* in ungefähr gleicher Weise verhalten : die reinen Fahnentypen sind in beiden Fällen fast gleich an der Zahl (7 % und 9.3 %). Die Spaltungszahlen lassen am nächsten auf die dihybride Spaltung schliessen; es sollten m. a. W. bei 0950 zwei Einheiten für die Allseitwendigkeit (A_1, A_2) vorhanden sein. Die Kreuzung wäre dann in folgender Weise zu bezeichnen:

0950		0101
A_1		a_1
|	×	|
A_2		a_2

Diese Kreuzung sollte also z. B. der Kreuzung 0353 × 0668 entsprechen, bei welcher die Sorte 0668 zwei selbständig spaltende Einheiten für die schwarze Spelzenfarbe zeigte (vrgl. S. 29). In diesem Falle müssten die konstantbleibenden Fahnentypen ($a_1 a_2 \times a_1 a_2$) $^1/_{16} = 6.25$ % der ganzen Individuenzahl der F_2 betragen. Um diese Frage sicher zu beantworten, würde es wohl genügen, sämtliche Fahnenindividuen der F_2 auf ihre Konstanz zu prüfen, was jedoch bis jetzt nicht gemacht worden ist. Die konstantbleibenden Rispentypen sollten $^7/_{16} = 43.75$ % betragen. Im Vergleich damit erscheinen die echten Rispentypen, besonders bei 0101 × 0950, viel zu zahlreich (72 %). Es ist daher wohl zu vermuten, dass diese allseitwendigen Rispentypen zum Teil Heterozygoten Fahne × Rispe sind; doch zeigte der primäre Bastard 0101 × 0950 einseitwendige, wenn auch nicht zusammengezogene, sondern aufgelöste Rispe (mit langen, gebogenen Ästen). Die Kreuzung 0401 × 0950 (siehe unten S. 99) bezeugt aber auch, dass 0950 zwei (nicht drei) Einheiten für die Allseitwendigkeit besitzen muss.

Da die Spaltung des Ligulamerkmales darauf schliessen lässt, dass bei 0950 vier Einheiten für dieses Merkmal vorkommen, sollte es also bei 0950 ebenso wie bei 0401 zwei Einheiten geben, die Ligula erzeugen, aber den allseitwendigen Rispentypus nicht bewirken können.

Ob bei den Sorten *0700* und *0926* zwei oder vielleicht drei Einheiten für die Allseitwendigkeit vorhanden sind, lässt sich aus den bisher gewonnenen Zahlen nicht mit Sicherheit erkennen.

Es bleibt jetzt nur noch eine Kreuzung übrig, *01002* × *0101*. Ob bei dieser Kreuzung das monohybride oder dihybride Verhältniss vorhanden ist, kann man aus den Spaltungszahlen in F_2 nicht ersehen. Es ist möglich, dass die allseitwendigen Rispentypen zum Teil heterozygot sind, in welchem Falle sich das monohybride Verhältniss herausstellen würde; oder die Fahnentypen sind grösstenteils hetero-

zygot, und dann würden wir die dihybride Spaltung vor uns haben. Nach der Kreuzung 0301 × 01002 (s. S. 100) zu schliessen, dürfte die letztere Alternative die richtige Deutungsweise darstellen. 01002 hat, ebenso wie die drei Sorten 0700, 0926 und 0950, einen stark ausgebreiteten lockeren Rispentypus.

Über die Wirkung der einzelnen Einheiten der Formen 0950, 0700, 0926 und 01002 lässt sich, da die Kreuzungen in F_3 nicht vollständig verfolgt worden sind, nicht viel sagen. Nach dem Verhalten der Kreuzung 0101 × 0950 in F_2 scheint es jedoch ausser Zweifel gestellt, dass wenigstens die eine Einheit der 0950 eine Rispe mit weniger stark abstehenden Ästen als die der 0950, wo beide Einheiten zusammen vorkommen, bewirkt. Wenn jede der beiden Einheiten eine ebenso stark ausgebreitete Rispe wie die der 0950 selbst verursachte, sollten nämlich nach dem dihybriden Vorgange von 16 Individuen 7 [1]) den Rispentypus der 0950 haben. Von den 549 F_2-Individuen hatten aber höchstens 100 eine ebenso stark ausgebreitete Rispe wie 0950; die übrigen Rispentypen waren deutlich steifästiger. Bei der Kreuzung 0202 × 0950 wurden von den 140 F_2-Individuen sogar nur 18 in die Gruppe mit ebenso stark ausgebreiteter Rispe wie bei 0950 einrangiert. Das Verhalten dieser Kreuzung macht es wahrscheinlich, dass keine von den beiden Einheiten für sich allein einen so ausgebreiteten Rispentypus wie bei 0950 zu bewirken vermag, sondern dass dieser nur durch Zusammenwirken beider Einheiten herbeigeführt werden kann.

Noch deutlicher zeigte die Kreuzung 0700 × 0101, dass die Einheiten der Sorte 0700 jede für sich allein nicht einen so ausgebreiteten Rispentypus wie beide zusammen zu bewirken vermögen. In F_2 ging nämlich der Rispentypus der 0700 fast ganz verloren; die weitaus meisten Rispentypen waren weniger ausgebreitet, ihre Äste steifer aufwärtsstehend. Von den 215 F_2-Individuen konnten nur 5 als mit 0700 gleichwertig rubriziert werden, aber auch diese zeigten nicht den echten Typus von 0700, wenn auch ihre Rispen ebenso stark ausgebreitet waren.

Bei der Kreuzung 01002 × 0101 waren dagegen von den 226 F_2-Individuen 68 als mit 01002 gleichwertig zu bezeichnen. Dies deutet auf das einfache monohybride Verhältniss hin. Wenn aber, wie die Kreuzung 0301 × 01002 zeigt (s. S. 100), bei 01002 trotzdem zwei Einheiten für die Allseitwendigkeit vorhanden sind, so muss in diesem Falle die eine Einheit der 01002 eine ebenso stark [2]) ausgebreitete Rispe wie beide Einheiten zusammen bewirken. Wir können auch darauf schliessen, dass jede Einheit für sich allein eine verschiedene Wirkung haben muss; die eine muss mehr abstehende Rispenäste verursachen, d. h. stärker wirkend sein, als die andere.

---

[1]) von den 7 Verbindungen abstammend, die A_1 oder A_2 in beiden Gameten enthalten, d. h. $A_1 A_2 \times A_1 A_2$, $A_1 A_2 \times A_1 a_2$, $A_1 A_2 \times a_1 A_2$, $A_1 a_2 \times A_1 A_2$, $A_1 a_2 \times A_1 a_2$, $a_1 A_2 \times A_1 A_2$ und $a_1 A_2 \times a_1 A_2$.

[2]) oder fast ebenso stark; kleine Verschiedenheiten können natürlich nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

b. *Rispe × Rispe.*

Bei einigen der etwa 30 in F_2 untersuchten Kreuzungen dieser Art ist es eingetroffen, dass in F_2 Fahnentypen in geringer Zahl neben Rispentypen als Neuheiten ausgespaltet wurden. Es sind dies die Kreuzungen 0301 × 01002, 0401 × 0950, 0401 × 0450 und 0408 × 0450. Es ist aber selbstverständlich, dass so geschehen muss, sobald die gekreuzten Sorten z. B. je eine besondere Einheit (A_1 resp. A_2) für die Allseitwendigkeit, d. h. keine gemeinsame, besitzen. Die Kreuzung wird dann nach dem Schema

$$\begin{array}{ccc} A_1 & & a_1 \\ | & \times & | \\ a_2 & & A_2 \end{array}$$

Individuen ergeben müssen, die beide Einheiten entbehren, $a_1 a_2$, und die demgemäss den Fahnentypus zeigen.

Das Entstehen von Fahnentypen bei Kreuzung zweier Rispentypen entspricht völlig z. B. der Bildung weissspelziger Individuen bei Kreuzung von schwarz- und gelbspelzigen Hafersorten (vrgl. S. 43) oder weisskörniger Individuen bei Kreuzung zweier rotkörnigen Weizenformen (vrgl. S. 71). In beiden Fällen müssen, da jede der zwei Einheiten mit dem Fehlen derselben ein Merkmalspaar bildet, Formen entstehen, bei denen beide Einheiten fehlen und die deshalb den Fahnentypus, bezw. die weisse Spelzen-, oder Kornfarbe, zeigen müssen. Der Fahnentypus entspricht also der weissen Farbe.

Rimpau [1]) erwähnt eine natürliche Kreuzung, Propsteier × Schwarz. Rispenhafer, bei welcher die zweite und dritte Generation nur Rispentypen ergaben, die vierte Generation dagegen einzelne einseitwendige Rispen aufwies; es konnte jedoch nicht entschieden werden, ob dieser neu auftretende Fahnenhafer das Produkt einer neuen Kreuzung darstellte oder ein Rückschlag auf den Fahnenhafer war, von welchem die väterliche Form abstammte.

Die Kreuzung *0408 × 0450*, die in F_3 (1908) vollständig verfolgt worden ist, soll zuerst besprochen werden. Beide Eltern sind Steifrispensorten; 0450 besitzt etwas mehr aufwärtsstehende Äste als 0408, die Differenz im Rispentypus ist aber nicht gross. F_1 veranlasste keine besondere Bemerkung. In F_2 zeigten sich dagegen unter 112 Individuen neben den gewöhnlichen Rispentypen einzelne einseitwendige Typen. Sämtliche 112 Pflanzen wurden in Bezug auf ihre Vererbung separat geprüft. Es stellte sich dann heraus, dass jene einseitwendigen Individuen in Bezug auf die Einseitwendigkeit konstant blieben, und dass eine grosse Zahl der allseitwendigen F_2-Individuen Spaltung Rispe–Fahne zeigte. Von den 112 F_3-Parzellen zeigten 9 den einseitwendigen Fahnentypus konstant, d. h. bei sämtlichen Pflanzen. Dies bedeutet m. a. W., dass von den F_2-Individuen 9, oder etwa $^1/_{12}$, den Fahnentypus homozygot besassen. Hieraus scheint mit ziemlicher Gewissheit

[1]) l. c.

hervorzugehen, dass hier das dihybride Verhältniss vorhanden ist. Die Sorten 0408 und 0450 sollten je eine besondere Einheit für die Allseitwendigkeit besitzen. Die Kreuzung wird dann wie gewöhnlich $^1/_{16}$ solche Kombinationen ergeben, bei denen beide Einheiten in beiden Gameten fehlen ($a_1 a_2 \times a_1 a_2$).

Das Verhalten der übrigen F_3-Parzellen scheint jedoch zunächst nicht ganz in Übereinstimmung damit zu stehen. Nach der dihybriden Spaltungsweise sollte $^1/_2$ der F_3-Parzellen Spaltung Rispe–Fahne zeigen ($^1/_4$ nach dem Verhältnisse 15 Rispe + intermediär : 1 Fahne, $^1/_4$ nach dem Verhältnisse 3 : 1). 25 Parzellen zeigten eine sehr deutliche Aufspaltung in Rispe und Fahne. Bei 17 anderen Parzellen waren die Rispen zum Teil deutlich stärker zusammengezogen als bei den beiden Eltern, aber kaum oder gar nicht einseitig. Aus der F_2 ist zu ersehen, dass die Heterozygoten Rispe × Fahne bei dieser Kreuzung nicht deutlich einseitwendig sind, und es ist deshalb höchst wahrscheinlich, dass diese zusammengezogenen Rispentypen in den 17 F_3-Parzellen Heterozygoten Rispe × Fahne bezeichnen. Dies geht übrigens auch daraus hervor, dass in den 25 deutlich spaltenden Parzellen die echten Rispen- und Fahnentypen durch solche intermediäre Typen verbunden sind. Die 17 Parzellen gehören ohne Zweifel zu den im Verhältniss 15 : 1 spaltenden, wo die echten einseitwendigen Fahnentypen ($a_1 a_2 \times a_1 a_2$) bei geringer Individuenzahl nicht auftreten. Viele von den F_3-Parzellen umfassten nun eben nur wenige Individuen; Verheerungen durch den Drahtwurm (Agriotes) in gewissen Teilen des Versuchsfeldes hatten nämlich dazu beigetragen, die Anzahl der Pflanzen zu vermindern. 4 Parzellen wurden nicht untersucht. Von 108 F_3-Parzellen sollten also $25 + 17 = 42$ Parzellen Spaltung Rispe–Fahne zeigen. Dies ist allerdings eine etwas zu geringe Zahl, aber die Abweichung vom erwarteten Verhältnisse ist doch nicht grösser, als dass man noch mit ziemlich grosser Gewissheit auf das Vorhandensein der dihybriden Spaltung schliessen kann. Die 25 sehr deutlich spaltenden Parzellen dürften nach den auf dem Felde gemachten Annotationen grösstenteils den im Verhältnisse 3 : 1 spaltenden angehören. Eine Zählung der Individuen der verschiedenen Kategorien von Rispentypen konnte jedoch bei der grossen Anzahl von Parzellen nicht vorgenommen werden.

Aus der bei einer grossen Anzahl von F_3-Parzellen wiederkehrenden Spaltung in Rispen- und Fahnentypen ist am besten ersichtlich, dass die in F_2 entstehenden Fahnentypen keineswegs Hybridmutationen bezeichnen, sondern der regelmässigen Spaltung angehören.

Die Annotationen zeigen ferner, dass einige der Parzellen mit konstant allseitwendigem Rispentypus noch ausgebreitetere, lockrere und schlaffere Rispen als beide Eltern besassen. Derselbe auffallend schlaffere, weitläufigere Rispentypus war in vielen anderen Parzellen in grösserer oder geringerer Zahl zu sehen. Wir haben hier offenbar die Verbindung $A_1 A_2 \times A_1 A_2$. Die beiden verschiedenen Einheiten der Elternsorten bewirken, wenn sie vereinigt werden, stärker ausgespreizte Rispenäste. Durch Kombination der beiden Einheiten des Steifrispentypus entsteht Spreiz- oder Schlaffrispentypus. Durch Kreuzung von Schlaffrispen-

formen mit Fahnenhafer wurde analytisch erwiesen, dass der Schlaffrispentypus einer gewissen Form von zwei Einheiten bedingt sein kann, die jede für sich allseitwendige Stellung der Rispenäste bewirken. Dieser Fall ist dagegen von besonderem Interesse, weil er zeigt, dass durch Synthese zweier selbständigen Einheiten, die jede für sich nur mässig abstehende Rispenäste zu bewirken vermögen, der genannte Schlaffrispentypus zustande kommen kann.

Aus den erwähnten Tatsachen können wir schliessen, dass bei den Sorten 0408 und 0450 je eine besondere Einheit für den allseitwendigen Rispentypus vorhanden ist. Durch Kreuzung der beiden Sorten müssen, da jede Einheit mit dem Fehlen derselben ein Merkmalspaar bildet, Formen entstehen, bei denen beide Einheiten fehlen, und welche demgemäss den einseitwendigen Fahnentypus zeigen. Die beiden Einheiten ergeben zusammen stärker ausgespreizte Rispenäste als jede für sich allein.

0401 × 0450. Von dieser Kreuzung erhielt ich erst voriges Jahr die F_2. Es zeigten sich auch hier unter den allseitwendigen Typen einzelne einseitwendige, doch nicht zusammengezogene, sondern lockere.

0401 × 0950. Das F_1-Individuum war an Rispentypus der Vatersorte 0950 ähnlich. Unter den 233 Individuen der F_2 (1902) wurden 2 echte zusammengezogene einseitwendige Fahnentypen und 8 zwischen Fahne und Rispe intermediäre Typen bemerkt. Die zwei echten Fahnentypen blieben bei fortgesetztem Anbau konstant; von den intermediären wurde nur eine Pflanze geprüft, und diese ergab, wie zu erwarten war, Spaltung in Rispe und Fahne. Die Ausspaltung von Fahnentypen in F_2 zeigt mit Sicherheit, dass die beiden Elternsorten keine gemeinschaftliche Einheit für die Allseitwendigkeit besitzen. Die Zahl der Fahnentypen in F_2 lässt am nächsten auf die trihybride Spaltungsweise schliessen. Es sollen also bei diesen zwei Sorten insgesamt drei selbständig spaltende Einheiten vorhanden sein. Dieses Ergebniss steht in Übereinstimmung mit den Resultaten, welche die Kreuzungen von 0401 und 0950 mit Fahnentypen lieferten; nach diesen sollten nämlich bei 0401 1 Einheit, bei 0950 2 Einheiten für die Allseitwendigkeit vorkommen (vrgl. S. 93 und 95). Diese Kreuzung liefert aber den wichtigen neuen Nachweis, dass die einzige Einheit der Sorte 0401 eine andere ist als die beiden der Sorte 0950. Wir haben also dank derselben drei verschiedene selbständige Einheiten für die allseitwendige Stellung der Rispenäste kennen gelernt. Diese Kreuzung ist demnach in folgender Weise zu bezeichnen:

$$\begin{array}{ccc} 0401 & & 0950 \\ A_1\, a_2\, a_3 & \times & a_1\, A_2\, A_3 \end{array}$$

Es ist dann zu erwarten, dass von 64 F_3-Parzellen 8 die trihybride Spaltung (63 Rispe + intermediär : 1 Fahne), 12 die dihybride Spaltung (15 : 1), und 6 die monohybride Spaltung (3 : 1) ergeben werden (vrgl. die trihybride Spaltung der Kornfarbe des Weizens, S. 69). Die Kreuzung wurde jedoch in F_3 nur zum sehr

geringen Teil fortgesetzt. Vermutlich sind die F_2-Heterozygoten Rispe $\times$ Fahne hier ebenso wie bei der Kreuzung 0101 $\times$ 0950 (vrgl. S. 95) zum Teil allseitwendig. Es sollen nämlich von den 233 F_2-Individuen $\frac{(8+12+6).233}{64} = 95$ Individuen Heterozygoten Rispe $\times$ Fahne sein (z. B. aus den Gametenverbindungen $A_1\,a_2\,a_3 \times$ $\times\,a_1\,a_2\,a_3$, $A_1\,A_2\,a_3 \times a_1\,a_2\,a_3$ und $A_1\,A_2\,A_3 \times a_1\,a_2\,a_3$), aber nur 8 intermediäre Typen wurden in F_2 gefunden; die übrigen Heterozygoten müssen also, wenn die oben aufgestellte Erklärung dieser Kreuzung richtig ist, den gewöhnlichen allseitwendigen Typus besitzen. Es ist zu bemerken, dass viele von den echt allseitwendigen F_2-Rispen etwas steifer, mehr zusammengezogen als die Rispen der Eltern waren. Diese stellen wohl eben Heterozygoten Rispe $\times$ Fahne dar.

0301 $\times$ 01002. Die Sorte 0301 ist ebensowie die oben unter Rispe $\times$ Fahne besprochenen Sorten 0302, 0351 usw. ein Steifrispenhafer; 01002 hat dagegen, wie schon dort erwähnt, einen ausgebreiteten lockeren Rispentypus. Die zwei F_1-Individuen (*a*, *b*) waren zwischen den Eltern intermediär.

In F_2 wurden bei der Linie *a* unter 451 Individuen 6 echte Fahnentypen und 17 zwischen Rispe und Fahne intermediäre Typen gefunden. Bei Vorhandensein von drei Einheiten, d. h. bei trihybrider Kreuzung, sollten $\frac{451}{64} = 7$ Fahnenindividuen in F_2 entstehen. Es ist demnach ziemlich unzweifelhaft, dass auch diese Kreuzung eine trihybride ist. Bei 0301 giebt es, wie die oben erörterte Kreuzung von 0301 mit Fahne (0301 $\times$ 0202) zeigt, 1 Einheit für die Allseitwendigkeit, und bei 01002 müssen demnach 2 andere, von dieser verschiedene, vorhanden sein. Von den 6 echten Fahnentypen der F_2 wurden 4 auf ihre Vererbung geprüft; der Fahnentypus blieb dabei konstant.

Bei der Linie *b* wurde in F_2 unter 108 Individuen kein echter Fahnentypus gefunden, wohl aber einige Individuen mit stark zusammengezogenen Rispen, wahrscheinlich Bastarde Rispe $\times$ Fahne. Zwei von diesen wurden auf ihre Vererbung geprüft und ergaben beide Spaltung Rispe — echte Fahne, wodurch die vermutete Natur dieser Individuen bestätigt wurde. Diese Linie wurde übrigens in F_3 (1903) vollständig verfolgt, aber leider wurden Annotationen über die Spaltung des Rispentypus damals nicht vorgenommen.

Die Kreuzung 0301 $\times$ 01002 scheint zu zeigen, dass es bei der Sorte 01002 zwei Einheiten für die Allseitwendigkeit giebt, und dass diese von der bei der Sorte 0301 vorhandenen Einheit verschieden sind.

Die bei Kreuzungen von Rispensorten entstehenden Fahnentypen würde man früher Rückschläge auf den Fahnentypus genannt haben. Wahrscheinlich hätte man auch von einer näheren Verwandtschaft solcher Rispensorten mit dem Fahnenhafer reden wollen, um so mehr als z. B. die beiden Sorten 0401 und 0450, die bei Kreuzung mit einander Fahnentypen ergeben, eben aus dem im mittleren Schweden angebauten Schwarz. Tartar. Fahnenhafer herstammen. In Bezug auf die

s. g. Verwandtschaft kann man natürlich sagen, dass Formen, die nur eine Einheit für die Allseitwendigkeit besitzen, dem Fahnentypus näher stehen als diejenigen, die mehrere solche Einheiten besitzen. Aber für die Frage, ob Fahnentypen aus Rispentypen entstehen können oder nicht, kommt es hauptsächlich darauf an, ob gemeinschaftliche Einheiten für die Allseitwendigkeit vorhanden sind oder nicht. Wenn keine gemeinsamen Einheiten vorkommen, müssen auch Formen mit mehreren Einheiten (d. h. dem Fahnentypus weniger verwandte Formen) bei genügender Individuenzahl Fahnentypen ausspalten. Umgekehrt können Formen mit nur einer, aber derselben Einheit, obwohl sie dem Fahnentypus nahe stehen, niemals den Fahnentypus ergeben.

Die beiden Formen 0401 und 0450 dürften ebenso wie viele andere im Schwarz. Tartar. Fahnenhafer gefundene Rispentypen entweder durch spontanes Entstehen der betreffenden Einheiten oder wahrscheinlicher durch Kreuzung von Fahnenhafer mit dem ebenfalls im mittleren Schweden von alters her allgemein angebauten Schwed. Schwarz. Rispenhafer [1]) gebildet worden sein. Diese letztere Sorte hat einen stark ausgebreiteten Rispentypus (etwa wie 01002) und muss wohl demgemäss mehr als eine Einheit für die Allseitwendigkeit, z. B. A_1 und A_2, besitzen. Durch Kreuzung mit Fahnenhafer, a_1 a_2, müssen dann Formen entstehen, die nur eine der Einheiten besitzen, A_1 a_2 und a_1 A_2, und die den steiferen, vom Fahnentypus weniger abweichenden Rispentypus der Sorten 0401 und 0450 zeigen werden.

In der Sorte 0450, im grossen angebaut, haben einzelne Abweichungen mit Fahnentypus aufzutreten begonnen. Diese Abweichungen brauchen nach dem oben gezeigten nicht unbedingt durch Kreuzung mit Fahnenhafer entstanden zu sein (oder Beimischungen von Fahnenhafer zu sein), sondern können auch durch Kreuzung mit anderen Rispensorten, möglicherweise auch durch spontanes Wegfallen der Einheit für die Allseitwendigkeit, zustande kommen.

Bei keiner der übrigen in F_2 bisher untersuchten Kreuzungen Rispe × Rispe sind Fahnentypen in F_2 aufgetreten. Es dürfte dies wohl im allgemeinen daher rühren, dass die gekreuzten Formen eine oder mehrere gemeinschaftliche Einheiten für die Allseitwendigkeit besitzen.

Die Kreuzung *0353 × 0401* verdient im Anschluss an das eben gesagte kurz besprochen zu werden. Aus den Kreuzungen dieser Sorten mit Fahnensorten ist zu schliessen, dass bei jeder derselben 1 Einheit für die Allseitwendigkeit vorhanden ist. Da bei 0353 × 0401 weder in F_2 noch in F_3 (die vollständig untersucht wurde) Fahnentypen entstanden, so ist es offenbar, dass 0353 und 0401 dieselbe Einheit für die Allseitwendigkeit besitzen müssen.

[1]) Besonders der Wachstumsmodus der Sorten 0401 (Schwarz. Glockenhafer) und 0450 (Schwarz. Grossmogulhafer), der von dem des Tartar. Fahnenhafers verschieden ist, aber eben mit dem des genannten Rispenhafers übereinstimmt, macht es wahrscheinlich, dass sie aus natürlicher Kreuzung mit dieser Sorte hervorgegangen sind.

Bei den beiden Kreuzungen *0375* × *0401* und *0375* × *0450* entstanden in F_2 (1905) auch keine Fahnentypen. Wenn dies darauf beruht, dass gemeinschaftliche Einheiten vorhanden sind, können wir, da 0401 und 0450 (wie die Kreuzung 0401 × 0450 zeigt) je eine besondere Einheit für die Allseitwendigkeit besitzen, daraus den Schluss ziehen, dass bei 0375 wenigstens zwei Einheiten für die Allseitwendigkeit vorhanden sind, von denen die eine mit der Einheit der 0401, die zweite mit derjenigen der 0450 identisch ist. In Übereinstimmung damit steht auch, dass die aus Propsteierhafer gezüchtete 0375 (die jedoch noch dem Steifrispentypus zuzurechnen ist) eine Rispe mit relativ stark abstehenden, gracil gebogenen Ästen besitzt und sich dadurch den Schlaffrispentypen nähert.

Es sind also durch die bisher gemachten Kreuzungen d r e i selbständige Einheiten für die allseitwendige Stellung der Rispenäste konstatiert worden. Es ist jedoch möglich und auch wahrscheinlich, dass die Zahl solcher selbständigen Einheiten noch grösser ist.

Bei Kreuzungen von Steifrispenformen (0315, 0386) mit gewissen Spreiz- oder Schlaffrispenformen (0924, 0925) war es auffallend, dass in F_2 (1908) keine oder fast keine Individuen den Steifrispentypus des Elters aufwiesen, sondern dass die Rispen hauptsächlich vom Typus der Sorten 0924 oder 0925 bis intermediär waren. Da bei diesen Kreuzungen keine Fahnentypen in F_2 entstanden, dürften die gekreuzten Sorten eine gemeinschaftliche Einheit besitzen. Nebst dieser muss man, um das Verhalten dieser Kreuzungen erklären zu können, für jede der letztgenannten beiden Sorten wenigstens zwei andere Einheiten annehmen, die bei den Steifrispensorten fehlen.

Es ist jedoch zu bemerken, dass der Rispentypus auch von anderen Einheiten beeinflusst wird, die mit der Allseitwendigkeit oder Einseitwendigkeit nichts zu tun haben. Im Ligulakapitel haben wir ja bei der Sorte 0353 eine Einheit (L_2) kennen gelernt, welche zwar nicht die Allseitwendigkeit, aber jedoch ziemlich abstehende Rispenäste bewirkte. Wo diese Einheit fehlte, waren die Rispenäste straff aufrecht. Sowohl bei einseitwendigen als bei allseitwendigen Typen können die Internodien und die Äste der Rispe länger oder kürzer sein. Dazu kommt die Anzahl von Ährchen in der Rispe, Grösse der Ährchen usw., alles Faktoren, die den morphologischen Charakter der Rispe beeinflussen können. Es können dabei wohl die vielfachsten Kombinationen entstehen, und auf diese Weise die zahlreichen charakteristischen und treu erblichen Rispentypen zustande kommen, welche auch die aus derselben alten Rasse getrennten Formen kennzeichnen können. Die Wirkung aller einzelnen, auch »kleineren» auf den Rispentypus einwirkenden Einheiten festzustellen, wird allerdings eine äusserst verwickelte Aufgabe sein. Die bisher gemachten Untersuchungen haben in diesem Falle wie sonst nur einen orientierenden Einblick in die Einheitskomplexe geben können.

c. *Fahne* × *Fahne*.

Nur eine solche Kreuzung, *0101* × *0202*, ist bisher in F_2 untersucht worden. Es fanden sich dabei nur Fahnentypen, keine allseitwendigen. Eine von RIMPAU studierte natürliche Kreuzung zweier Fahnenhafersorten ergab ebenfalls nur Fahnennachkommen.

Wenn der Fahnentypus das Fehlen gewisser Einheiten bezeichnet, welche die Allseitwendigkeit bedingen, ist es übrigens selbstverständlich, dass aus Kreuzung von Fahnentypen keine allseitwendigen Typen hervorgehen können, ebensowenig wie aus Kreuzung von weissspelzigen Sorten schwarz- oder gelbspelzige entstehen können. Wenn es sich durch fortgesetzte Untersuchungen herausstellen würde, dass bei Kreuzungen von Fahnentypen niemals allseitwendige Typen ausgespaltet werden, so würde dies ein weiterer Beweis dafür sein, dass der Fahnentypus das negative Glied des Merkmalspaares darstellt, d. h. das Fehlen von Einheiten für Allseitwendigkeit bezeichnet.

Zusammenfassung der Untersuchungen über den Rispentypus.

Die jetzt erörterten Untersuchungen über den Rispentypus haben gezeigt, dass es für die allseitwendig abstehende Stellung der Rispenäste ebenso wie für gewisse Farbenmerkmale mehrere selbständig spaltende Einheiten giebt.

Der einseitwendige Fahnentypus bezeichnet das Fehlen sämtlicher Einheiten für die Allseitwendigkeit.

Der vom Fahnentypus am wenigsten abweichende Steifrispentypus, mit schräg aufwärtsstehenden Hauptästen, ist im allgemeinen durch den Besitz einer Einheit für die Allseitwendigkeit gekennzeichnet.

Wo mehrere Einheiten für die Allseitwendigkeit vorhanden sind, entstehen die stark ausgebreiteten lockeren Rispentypen mit horizontal abstehenden—schlaff herunterhängenden Ästen. Zwei Einheiten zusammen ergeben im allgemeinen einen stärker ausgebreiteten Rispentypus als jede für sich allein.

Durch Kreuzung zweier Sorten, die je eine Einheit für die Allseitwendigkeit besitzen, können also als Neuheiten einerseits Fahnentypen entstehen, andererseits aber auch Rispentypen, die stärker ausgebreitet sind als die der beiden Eltern. Es entstehen m. a. W. in beiden Richtungen Überschreitungen der Elterneigenschaften.

Über die Wirkung der einzelnen Einheiten ist noch wenig bekannt. Es scheint jedoch aus gewissen Fällen hervorzugehen, dass sie verschiedene Wirkung haben. Da nun z. B. von drei Einheiten, die sicher konstatiert worden sind, 8 homozygote = konstante Kombinationen gebildet werden, darunter 1 einseitwendige, 7 allseitwendige, so ist es einleuchtend, dass aus relativ wenigen Einheiten eine grosse Zahl von verschiedenen erblichen Rispentypen hervorgehen kann. Die zahlreichen charakteristischen erblichen Rispentypen, die man unterscheiden kann, sind also

nicht als selbständige Variationen zu betrachten, sondern als verschiedene Kombinationen einer relativ geringen Zahl von Einheiten.

Die Einseitwendigkeit dominiert im allgemeinen über die Allseitwendigkeit bei den Bastarden Rispe × Fahne. Wir haben hier ein neues Beispiel [1]) dafür, dass die Wirkung der Einheit durch Verbindung mit einer Gamete, bei der die Einheit fehlt, so stark abgeschwächt werden kann, dass die Bastardindividuen von den homozygoten Individuen, bei denen die Einheit in beiden Gameten fehlt, äusserlich nur schwierig oder gar nicht unterschieden werden können.

2. Ährentypus des Weizens.

Die Unterschiede des Ährentypus beim Weizen beruhen bekanntlich grösstenteils auf der Länge der Internodien (Ährendichte). Die Extreme bilden einerseits die Triticum compactum–Formen mit äusserst kurzen Internodien und daher sehr kompakten, gedrungenen Ähren, andererseits gewisse Landesweizenformen mit sehr langen, lockeren Ähren, ebenso wie die Spelzformen. Die Extreme werden aber durch eine ununterbrochene Reihe erblicher Abstufungen kontinuierlich verbunden.

Es liegt nahe anzunehmen, dass die zahlreichen erblichen Abstufungen der Ährendichte auch nur verschiedene Kombinationen einer relativ geringen Anzahl von Einheiten darstellen, und dass die Merkmalspaare auch hier vom Vorhandensein und Fehlen jeder einzelnen Einheit gebildet werden. Auf diese Weise können die »atavistischen«, von den beiden Elternformen stark abweichenden langährigen Typen (Rückschläge) völlig erklärt werden, welche bei den von mir untersuchten Kreuzungen zwischen Tr. compactum–Formen und Formen von mittlerer Ährendichte (wie Squarehead–Formen, Grenadier) mehrmals in ziemlich grosser Anzahl in F_2 gefunden wurden. [2]) Ebenso lässt es sich erklären, dass Formen mit erhöhter Ährendichtigkeit durch Kreuzung zustande kommen können.

Meine Untersuchungen führen zu der Auffassung, dass zwei Einheiten, von denen die eine z. B. kürzere, die zweite längere Internodien bewirkt, zusammen nicht eine Form mit noch längeren oder kürzeren Internodien, sondern eine Form mit intermediärer Internodienlänge ergeben. Nur unter dieser Veraussetzung lassen sich die Spaltungsverhältnisse der Kreuzungen erklären.

Im unten zitierten Aufsatze habe ich, jedoch nur als eine Andeutung des Weges, dem man zur Erklärung der erwähnten Rückschläge zu folgen hätte, die Annahme aufgestellt, dass dem Tr. compactum eine Einheit zukomme, die besonders hohe Ährendichtigkeit verursacht, und dass eine Form mit mittlerer

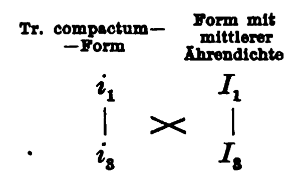
---

[1]) Ein früheres Beispiel bot die gelbe Spelzenfarbe beim Hafer dar (vrgl. S. 37).

[2]) Einige Beispiele dafür habe ich in meinem mehrmals erwähnten Aufsatze in Botan. Notiser 1908 (Einige Ergebn. von Kreuz. etc.) p. 279–283 mitgeteilt. Auch habe ich dort gezeigt, dass aus Kreuzung zweier Formen von mittlerer Ährendichte Formen entstehen können, die entschieden dichtähriger als beide Eltern sind.

Ährendichte eine andere Einheit besitze, die weniger dichte Ähren bewirkt. Durch Kreuzung von Tr. compactum mit der letztgenannten Form müssten dann solche Kombinationen entstehen, die beide Einheiten entbehren und demgemäss den erwähnten sehr lockeren Ährentypus aufweisen.

Weitere Erwägungen haben mich jedoch zu der Anschauung geführt, dass die Erklärung nicht auf diese Weise zu suchen ist. Tr. compactum dürfte im Gegenteil, ebenso wie der Fahnentypus beim Hafer, für den einfacheren durch Fehlen gewisser Einheiten gekennzeichneten Typus zu halten sein. Längere Internodien bezeichnen m. a. W. das Vorhandensein einer oder mehrerer Einheiten, die bei dem Tr. compactum fehlen. Die erwähnten Rückschläge wären dann im einfachsten Falle in folgender Weise zu erklären:



Von den beiden Einheiten für Internodienlänge ergiebt die eine, I_1, nur wenig längere Internodien, als bei der Tr. compactum–Form vorhanden sind, die zweite, I_3, dagegen viel längere. Beide Einheiten zusammen, $I_1 I_3$, ergeben längere Internodien als I_1, aber kürzere als I_3. Durch Kreuzung mit Tr. compactum müssen dann ausser den beiden Elternkombinationen, $i_1 i_3$ und $I_1 I_3$, als neue Kombinationen $I_1 i_3$ und $i_1 I_3$ entstehen, von denen die letztere den langährigen, atavistischen Typus darstellt.

Die Wirkung der I_3-Einheit, die durch das Vorhandensein der I_1-Einheit nicht voll zum Vorschein kommt, wird also durch die Kreuzung mit Tr. compactum »ausgelöst».

In ähnlicher Weise lässt sich die Tatsache erklären, dass bei Kreuzung zweier Formen von mittlerer Ährendichte ebenfalls stark abweichende langährige Formen in F_2 in ziemlich grosser Anzahl ausgespaltet werden können. Man kann in einem solchen Falle annehmen, dass die beiden gekreuzten Formen eine gemeinsame Einheit, I_3, besitzen, die lange Internodien bewirkt, aber daneben je eine besondere, I_1 resp. I_2, welche in Verbindung mit I_3 kürzere Internodien bewirken. Durch Kreuzung von $I_1 i_2 I_3$ mit $i_1 I_2 I_3$ muss dann die Kombination $i_1 i_2 I_3$ entstehen, bei der nur die lange Internodien bewirkende Einheit vorhanden ist, und die folglich langährig werden muss.

Die Kreuzung von Tr. compactum mit der langährigen Form, $i_1 i_3 \times i_1 I_3$, wird eine einfache monohybride sein; und zwar giebt es unter meinen Kreuzungen Beispiele, wo reine Spaltung in Tr. compactum nebst ein wenig lockreren Ährentypen (die letzteren die Heterozygoten) einerseits und davon scharf getrennte, langährige Typen andererseits stattfindet, und zwar ganz unzweifelhaft nach dem einfachen

monohybriden Verhältniss (3 Tr. compactum und etwas lockrere Ährentypen : 1 langährig).

Wenn die gedrungene Ähre des Tr. compactum das Fehlen gewisser Einheiten bezeichnet, die bei den längeren Ährentypen vorhanden sind, so sollte es auch möglich sein, durch Kreuzung verschiedener Formen mit mittellangen oder langen Ähreninternodien Tr. compactum zu bekommen, ebenso wie aus Kreuzung verschiedener Rispentypen der Fahnentypus hervorgeben kann. Eine Voraussetzung dafür ist jedoch natürlich, dass die gekreuzten Formen keine gemeinsame Einheit besitzen. Bei meinen Kreuzungen verschiedener Formen mit mittellangen oder langen Ähren habe ich Tr. compactum bis jetzt nicht bekommen. Dagegen erhielt Rimpau [1]) durch Kreuzung von Weissem Kolbenspelz mit Rot. deutschem Grannenweizen, beides Formen mit langen, lockeren Ähren, in der dritten Generation ganz abweichende Ähren mit dem echten Tr. compactum–Typus.

Wenn man durch Kreuzung verschiedener Tr. compactum–Formen niemals Formen mit lockeren Ähren, aber aus Formen letzterer Art Tr. compactum erhält, wird dies ein Beweis dafür sein, dass Tr. compactum, ebenso wie der Fahnentypus beim Hafer, den negativen durch Fehlen gewisser Einheiten gekennzeichneten Typus darstellt.

Dass Tr. compactum über langährige Formen dominiert oder prävaliert, was bei meinen Kreuzungen stets der Fall gewesen ist, kann nicht als ein Beweis gegen diese Annahme angesehen werden, denn auch der Fahnentypus prävaliert oder dominiert sogar bisweilen (vrgl. S. 94) über den allseitwendigen Rispentypus. Auch bei den Farben kommt es ja vor, dass die Wirkung der Einheit bei den Heterozygoten nicht oder nur schwach ersichtlich ist: weiss dominiert mehrmals über gelb (vrgl. S. 37).

Eine ausführliche Darstellung des Verhaltens dieser Eigenschaft bei den bisher von mir untersuchten Weizenkreuzungen beabsichtige ich in Teil II dieser Abhandlung zu geben.

Die übrigen bei meinen Hafer- und Weizenkreuzungen untersuchten Merkmale, Begrannung, Behaarung, Grössenmerkmale wie Höhe, Länge der unteren Blütenspelze, Korngrösse, physiologische Merkmale wie Winterfestigkeit, Vegetationsdauer (Reifezeit), Resistenz gegen Gelbrost usw. sollen ebenfalls in Teil II dieser Abhandlung ausführlich behandelt werden. Das Hauptresultat der Untersuchung dieser Eigenschaften ist, dass bei Kreuzungen zweier Abstufungen quantitativer Merkmale neue erbliche (konstantbleibende) Abstufungen, seien es mehr oder weniger stark transgressive, seien es intermediäre, so gut wie regelmässig zustande kommen, was zu zeigen scheint, dass die vielen Abstu-

[1]) l. c. p. 11.

fungen auch hier das Resultat verschiedener Kombinationen einer relativ geringen Anzahl von Einheiten sind. Ich will im übrigen hier nur auf die kurze Darstellung des Verhaltens der genannten Eigenschaften hinweisen, die ich voriges Jahr gegeben habe [1]. Bei gewissen der dort erörterten und bei noch anderen Merkmalen sind die Untersuchungen des bis 1908 vorliegenden Versuchsmateriales noch nicht ganz abgeschlossen. Das Kapitel über Begrannung liegt fertig vor, konnte aber wegen Zeitmangels hier nicht herangezogen werden. Ein Hinweis S. 40 bezüglich des Zusammenhanges von Spelzenfarbe und Begrannung bezieht sich auf dieses Kapitel. Als dieser Hinweis gegeben wurde, gedachte ich noch das Begrannungskapitel in diesen Teil aufnehmen zu können.

[1] Einige Ergebn. von Kreuz. bei Hafer und Weizen. Botan. Notiser 1908, p. 257—294.

Zusammenfassung und allgemeine Schlussfolgerungen.

Eines der Hauptergebnisse der bis jetzt erörterten Untersuchungen ist, dass die tatsächlich vorhandenen, unter einander unabhängigen, selbständig spaltenden Einheiten zahlreicher sein können, als aus den äusseren Merkmalen zu schliessen ist. Freilich wird erst die Besprechung sämtlicher übrigen untersuchten Merkmale im zweiten Teil dieser Abhandlung, wobei auch z. B. Grössenmerkmale und physiologische Merkmale behandelt werden sollen, diesen Gegenstand in ein besseres Licht stellen können. Aber schon aus den hier behandelten Merkmalen geht hervor, dass die wirklichen Einheiten von den äusseren Merkmalen genau unterschieden werden müssen.

Man hätte z. B. unmöglich im voraus sagen können, dass die Haferform 0668 (vrgl. S. 35) zwei Einheiten für die schwarze Spelzenfarbe besitzt (die jede für sich die schwarze Farbe bewirken), während bei anderen Formen nur eine Einheit vorhanden ist; denn die schwarze Farbe kann in beiden Fällen ganz gleich sein. Ebensowenig hätte man im voraus wissen können, dass die rote Kornfarbe des Schwed. Sammetweizens (vrgl. S. 71) aus drei Einheiten besteht, während andere Formen nur eine Einheit besitzen. Bei der Hafersorte 0202 besteht die Ligula aus nur einer Einheit, während bei 0950, allem Anschein nach, vier Einheiten für das Ligulamerkmal vorhanden sind. Auch dies geht aus der äusseren Beschaffenheit der Ligula durchaus nicht hervor; zwar ist die Ligula bei 0950 durchschnittlich ein bisschen länger, kräftiger, die Differenz ist aber so unbedeutend, dass man daraus unmöglich etwas hätte schliessen können. Höchstens hätte man vielleicht vermuten wollen, dass die etwas längere Ligula der 0950 in einer Einheit von derjenigen der 0202 verschieden wäre, aber selbst eine solche Annahme wäre gar nicht notwendig, seitdem man weiss, dass, wenn auch nur eine Einheit vorhanden ist, der Grad der Ausbildung des betreffenden Merkmales erblichen Schwankungen unterliegen kann; auch bei gewöhnlicher monohybrider Spaltung entstehen mehrere verschiedene erbliche Abstufungen, z. B. der schwarzen Spelzenfarbe (vrgl. S. 22). Die Beschaffenheit der Ligula lässt also nicht vermuten, dass im einen Falle eine einfache Einheit, im anderen ein Einheitskomplex vorhanden ist; nur Kreuzung mit einer ligulalosen Form hat dies aufdecken können.

Aus den äusseren Merkmalen lässt sich also nichts Sicheres über die wirklichen Einheiten erschliessen. Etwa dieselbe Ausseneigenschaft kann von verschiedenen selbständigen Einheiten bedingt sein. Aus dieser Tatsache können andere wichtige Schlussfolgerungen gezogen werden.

Es ist offenbar, dass s. g. Sprungvariationen einer Eigenschaft einfach dadurch zustande kommen können, dass zwei Individuen sich vereinigen, die zwar in der betreffenden Eigenschaft einander ähnlich sind, aber doch für diese Eigenschaft verschiedene Einheiten besitzen. Z. B. aus der Vereinigung zweier schwarzspelzigen Individuen, die einander so ähnlich sehen, dass die Differenz nur als eine kleine individuelle anzusehen ist, können weissspelzige hervorgehen (vrgl. S. 32). Auf diese Weise können also aus einer bis jetzt (so weit man sehen kann) »konstanten» Sorte ganz abweichende Individuen entstehen, die zunächst als Sprungvariationen erscheinen müssen. Aus der Vereinigung zweier Formen, deren Rispentypen einander so ähnlich sind, dass sie, wenn die beiden Formen gemischt wüchsen, nur als individuelle Variationen desselben Typus zu bezeichnen wären, können ganz abweichende Fahnentypen hervorgehen (vrgl. 0408 $\times$ 0450 S. 97), weil der Rispentypus der beiden Formen von verschiedenen Einheiten bedingt ist. Aus der Vereinigung zweier Formen von etwa demselben Ährentypus können ganz verschiedene langährige Typen (vrgl. S. 105) entstehen usw.

Wenn mehrere Einheiten für eine Eigenschaft vorhanden sind, wird die Möglichkeit des Zusammentreffens extremer[1]) Gameten gleicher Art geringer. In einer gemischten Rasse, deren Individuen überwiegend mehrere gemeinsame Einheiten besitzen, ist die Möglichkeit der Vereinigung solcher Individuen, die in mehreren Einheiten verschieden sind, an sich nicht gross, und stark abweichende Sprungvariationen werden daher nur selten, sporadisch entstehen. Je grösser die Individuenzahl, desto grösser jedoch natürlich auch die Aussicht, stark abweichende Kombinationen zu erhalten.

Es ist demnach wohl nicht unwahrscheinlich, dass viele Sprungvariationen, vor allem bei fremdbestäubenden Pflanzen, eben nur Neugruppierungen schon vorhandener Einheiten sind und nichts wirklich Neues bezeichnen, besonders in solchen Fällen, wo sie regressiver[2]) = atavistischer Natur sind. Es ist offenbar, dass eine Kombination, bei der sämtliche Einheiten fehlen, eine sehr auffallende Abweichung oder Sprungvariation bezeichnen kann. Dass sie von Anfang an konstant sein muss, ist auch selbstverständlich, sobald sie von gleichartigen Gameten ausgeht.

Natürlich können daneben durch weniger starke Umgruppierung der Einheiten, z. B. wenn nicht alle Einheiten wegfallen, auch kleinere, weniger auffallende Abweichungen zustande kommen; bei Kreuzung von Weizenformen mit etwa gleicher

---

[1]) d. h. solcher, bei denen alle Einheiten fehlen oder alle zugleich auftreten.

[2]) Vrgl. KORSCHINSKY, Heterogenesis und Evolution. Flora, Ergänzungsband 1901, p. 347.

Ährendichte werden neue Formen hervorgebracht [1]), die zwar deutlich dichtähriger als beide Eltern sind, aber doch nicht so diskontinuierlich sprungartig getrennt erscheinen, wie z. B. Tr. compactum, wenn dieses aus Kreuzung zweier langährigen Formen entsteht (vrgl. S. 106).

Doch, die Abweichungen mögen grösser oder kleiner sein, die Hauptsache ist hier nochmals zu betonen, dass durch Neugruppierung schon vorhandener Einheiten (durch Vorhandensein oder Fehlen derselben) aus einem scheinbar gleichförmigen, d. h., wie es scheint, nur gewöhnlicher fluktuierender Variation unterliegenden Bestande von Anfang an konstante Sprungvariationen entstehen können, und dies dank dem Umstande, dass es verschiedene selbständig spaltende (d. h. mit ihrem Fehlen Merkmalspaare bildende) Einheiten giebt, die jede für sich allein eine nur wenig verschiedene Wirkung haben oder die in gewissen Verbindungen etwa dieselbe äussere Eigenschaft ergeben können, wodurch eine scheinbare Gleichförmigkeit zustande kommt.

Eine zweite Schlussfolgerung, die aus der Tatsache gezogen werden kann, dass verschiedene Einheiten ungefähr dieselbe äussere Wirkung haben können, ist aber umgekehrt, dass Einheiten sehr gut ganz spontan, d. h. ohne Zusammenhang mit Kreuzungen, entstehen oder wegfallen können, ohne dass man dies äusserlich konstatieren kann. Wenigstens in Bezug auf gewisse Ligulaeinheiten würde man gewiss nicht durch äussere Beobachtung ein spontanes Entstehen oder Wegfallen derselben feststellen können; nur Kreuzungen konnten ja zeigen, ob eine oder mehrere Einheiten bei einer Form vorhanden waren. Wenn ein braunähriges Individuum wirklich spontan (d. h. nicht als Folge natürlicher Kreuzung mit einer braunährigen Sorte) in einer weissährigen Sorte entsteht, so bekommt man freilich keine neue äussere Eigenschaft, denn die braune Farbe als solche ist ja schon bei der Art vorhanden; dagegen ist es nicht unmöglich, dass eine neue oder wenigstens mit den bisher konstatierten nicht identische Einheit vorliegt.

Über die wirkliche Entstehungsweise der verschiedenen, tatsächlich vorhandenen selbständigen Einheiten für dieselbe äussere Eigenschaft, wie rote Kornfarbe des Weizens, Ligula usw., lässt sich jedoch gegenwärtig wenig sagen. Vielleicht könnte man sich denken, dass sie durch Aufteilung einer früheren Einheit durch Kreuzung zustande gekommen sind. Es ist jedoch schwer sich vorzustellen, wie eine solche Aufteilung durch Kreuzung erfolgen sollte. Angenommen, dass sich nicht immer reine, alternativ verschiedene Gameten im Mendelschen Sinne bildeten, sondern dass gewisse Gameten, wenn man so sagen darf, nur einen Teil der Einheit bekämen, dann könnte sich freilich eine Abschwächung in der Wirkung der Einheit denken lassen; unverständlich bliebe aber noch, wie eine Verbindung solcher Gameten, bei denen mehr oder weniger z. B. von der schwarzen Farbe vorhanden wäre, Individuen ergeben könnte, bei denen die Farbe vollständig

[1]) Vrgl. meinen Aufsatz: Einige Ergebn. von Kreuz. etc. Botan. Notiser 1908, p. 281.

fehlt. Das muss aber bei der Verbindung zweier Gameten der Fall sein, die je eine selbständige Farbeneinheit besitzen. Es giebt jedenfalls keine Tatsachen, die zu dem Schluss berechtigen, dass die erwähnten Einheiten derselben Farbenart usw., obwohl in ihrer Wirkung qualitativ nicht different, auf andere Weise entstanden seien als die qualitativ differenten Einheiten für verschiedene Farbenarten wie die schwarze und die gelbe Farbe. Wie es die Kreuzungen deutlich zeigen, verhalten sich die ersteren Einheiten bezüglich der Spaltung ebenso regelmässig wie die letzteren. Die empirisch erhaltenen Zahlenverhältnisse lassen sich in beiden Fällen fast überall befriedigend erklären, wenn man annimmt, dass jede Einheit unabhängig von den anderen mit ihrem Fehlen ein Merkmalspaar bildet, d. h. dass die Spaltung stets eine Aufteilung in Gameten mit der Einheit und ohne dieselbe bezeichnet. Die wenig differenten Einheiten verhalten sich überall ebenso vollkommen unabhängig von einander wie die stark differenten. Man muss daher zu dem Resultat kommen, dass auch die Entstehungsweise der verschiedenen Arten von Einheiten dieselbe ist.

Als sehr wichtig ist dabei hervorzuheben, dass sich dieselbe Form bei Kreuzung mit anderen Formen in Bezug auf die Spaltungsweise einer bestimmten Eigenschaft immer gleich verhalten hat; wenigstens sind keine sicheren Ausnahmen davon konstatiert worden. Z. B. die braune Weizensorte 0728, welche bei Kreuzung mit einer gewissen weissen Sorte durch die Spaltungsweise sich im Besitz von zwei Einheiten für die braune Farbe erweist, verhält sich bei Kreuzung mit mehreren anderen weissen Sorten auf ganz dieselbe Weise (vrgl. S. 60—61). Haferformen, die in monohybrider Weise spalten, zeigen nirgends andere, z. B. dihybride, Spaltung bei Kreuzung mit anderen Sorten. Die Sorte 0950 zeigt bezüglich des Rispentypus bei Kreuzungen mit verschiedenen Fahnentypen dasselbe Verhältniss (vrgl. S. 95) usw. Auch die verschiedenen Linien derselben Kreuzung (d. h. zwischen denselben Elternformen) haben sich mit nur einer noch nicht aufgeklärten Ausnahme (der Sommerweizenkreuzung 0201 × 0715, S. 58) stets gleich verhalten. Zwar bleibt noch übrig, mehrere Formen, welche in di- oder trihybrider Weise gespaltet haben, aber nur mit einer Form gekreuzt worden sind, auf ihr Verhältniss bei Kreuzung mit anderen Formen zu prüfen. Wenn aber auch die Untersuchungen in diesem Punkt noch nicht als abgeschlossen zu betrachten sind, so scheint doch aus den bis jetzt gewonnenen Tatsachen ganz zweifellos hervorzugehen, dass es gar nicht zufällig ist, ob die Spaltung in dieser oder jener Weise stattfindet, sondern dass die Spaltungsweise stets vom Vorhandensein einer bestimmten Zahl von Einheiten bedingt ist. Die volle Selbständigkeit auch der in ihrer Wirkung wenig verschiedenen Einheiten geht nicht züm wenigsten daraus hervor, dass dieselben Einheiten in verschiedenen Fällen sich gleich unabhängig von einander verhalten, sodass die Spaltung stets in derselben Weise verläuft.

Es kann also als festgestellt gelten, dass eine Form mehr Einheiten für eine gewisse Ausseneigenschaft als eine andere besitzen kann. Durch Kreuzung können ursprünglich nur getrennt vorkommende Einheiten in eine Form vereinigt werden

und auf diese Weise Anhäufungen von Einheiten zustande kommen. Es ist also gar nicht nötig vorauszusetzen, dass die Einheiten von Anfang an vereinigt seien und später durch Kreuzungen verteilt werden, und auch nicht dass ein successives Entstehen neuer Einheiten notwendigerweise an das Vorhandensein älterer gebunden sei, sodass eine Vermehrung der Einheitszahl nur von selbst, ohne Kreuzungen, stattfinde. Wahrscheinlicher ist, dass die Einheiten ganz unabhängig von einander bei verschiedenen Individuen entstehen, und dass dieselben später durch Kreuzung vereinigt werden. Doch können nur künftige Forschungen nähere Aufklärung darüber geben. Es giebt meines Erachtens bei den Getreidearten einzelne, ganz unbestreitbare Beispiele dafür, dass Einheiten durch Mutation einzelner Gameten entstehen.[1] Da also nur einzelne seltene Individuen die neue Eigenschaft bekommen, werden wohl im allgemeinen verschiedene Einheiten bei verschiedenen Individuen entstehen müssen, und nur durch Kreuzung können in einem solchen Falle die Einheiten in einem Individuum vereinigt werden.

Tatsache ist es jedenfalls, dass schon vorhandene, aber bei getrennten Individuen vorkommende Einheiten durch Kreuzung vereinigt werden können. Wenn diese Einheiten für sich allein oder in Verbindung mit einander eine nützliche Wirkung haben, ist es offenbar, dass infolge Anhäufung derselben durch Kreuzungen eine Anpassung eintreten kann. Ich glaube, die Bedeutung der Fremdbestäubung in der Natur zu einem wichtigen Teil eben darin erblicken zu können, dass durch dieselbe bessere Kombinationen schon vorhandener oder neu entstehender Einheiten ermöglicht werden, wodurch erbliche Anpassungen an die Lebensbedingungen zustande kommen[2].

Schon die Farbenmerkmale geben in dieser Hinsicht Anlass zu gewissen Bemerkungen. Es ist bei der Besprechung der Kreuzungen an mehreren Stellen hervorgehoben worden, dass diejenigen Formen, welche mehrere Farbeneinheiten zugleich besitzen, direkt aus alten Landesrassen herstammen, welche von seiten der Züchter keine Veränderungen durch Kreuzungen mit anderen Rassen erfahren haben. Sämtliche untersuchte schwarzspelzige Haferformen aus alten skandinavischen Landesrassen, wie Ölandshafer, Nordfinnischer Hafer, Nordlandshafer, haben sich im Besitz der grauen Farbeneinheit neben der schwarzen gezeigt (vrgl. S. 28). Die Sorte 0668, aus Nordlandshafer getrennt, besitzt zwei Einheiten für die schwarze Farbe

---

[1]) Es entstehen bei verschiedenen Haferformen ab und zu einzelne Mutationen mit gewissen Eigenschaften des Wildhafers, für welche ein Ursprung durch natürliche Kreuzung ganz ausgeschlossen ist, und die auch nicht, wenigstens so weit gegenwärtig entschieden werden kann, durch Umgruppierung von Einheiten erklärt werden dürfen. Diese Abänderung bezeichnet eine Einheit; die Spaltung erfolgt in einfacher monohybrider Weise. Vrgl. meinen Aufsatz: Om hafresorters konstans. Sver. Utsädesfören. Tidskr. 1907, p. 228. Ref. in Journ. f. Landwirtsch. 1908, p. 303.

[2]) Vrgl. näheres in meinem Aufsatze: Einige Ergebn. von Kreuz. etc. Botan. Notiser 1908, p. 291.

und daneben die graue Farbeneinheit (vrgl. S. 29). Eine aus dem im mittleren Schweden von alters her angebauten schwarzen Rispenhafer getrennte Form, 01004, ist freilich nicht mit weissen Sorten gekreuzt worden, hat aber, ebenso wie die Form 0670 (vrgl. S. 29), welche tatsächlich die graue Farbe nebst der schwarzen besitzt, grauspelzige Abweichungen gezeigt (möglicherweise infolge natürlicher Kreuzung mit weissen Sorten), und dürfte demnach ohne Zweifel die graue Farbe nebst der schwarzen besitzen. Beim Weizen zeigen solche braunährigen Formen, die aus weissen Sorten getrennt worden sind, die einfache monohybride Spaltung, d. h. sie besitzen nur eine Einheit: die Winterweizensorte 0705 mit nur einer Farbeneinheit stammt aus dem weissen Schwed. Sammetweizen her. Die Sommerweizensorte 0740, welche aus einer alten Landessorte mit überwiegend braunen Ähren herstammt, besitzt dagegen zwei Farbeneinheiten. Im mittleren Schweden giebt es stark gemischte Winterweizenrassen, die ich untersucht habe, mit einem hohem Prozentsatz brauner Individuen. Die Form 0728 und Uppl. braun. Landesweizen, bei denen zwei Einheiten für die braune Farbe vorhanden sind, gehören zu diesen Weizenrassen. Die am tiefsten braune mir überhaupt bekannte Form habe ich aus einer solchen alten Rasse isoliert; diese ist aber noch nicht durch Kreuzung untersucht worden. Ich halte es nicht für unmöglich, dass man bei fortgesetzten Untersuchungen noch mehr als zwei Einheiten für die braune Farbe in einer Form vereinigt finden wird. Bei dem von alters her im mittleren Schweden angebauten Schwed. Sammetweizen giebt es ja drei Einheiten für die rote Kornfarbe.

Wir haben gesehen (S. 74), dass die Formen mit mehreren Einheiten für die Kornfarbe denjenigen Formen gegenüber, wo nur eine Einheit vorhanden ist, oder wo sämtliche Farbeneinheiten fehlen, einen Vorteil darin besitzen, dass die Samen vor vorzeitiger Keimung in der Luft besser geschützt sind. Man kann sich deshalb des Eindrucks nicht erwehren, dass auch die übrigen Pigmenteinheiten eine bestimmte Rolle spielen, und dass diejenigen Formen, welche mehrere Einheiten besitzen, in irgend einer Weise besser angepasst sind. Ist dies der Fall, so ist es nicht auffällig, dass eben die alten, lange ohne züchterische Eingriffe angebauten Landesrassen im allgemeinen mehrere Einheiten besitzen; denn die weniger angepassten Formen mit keinen oder wenigen Pigmenteinheiten können im Laufe der Zeiten allmählich prozentisch abgenommen haben und zuletzt sogar ganz verschwunden sein, wie ja auch z. B. in einem Gemisch von mehr oder weniger winterfesten Formen in einem härteren Klima die winterfesteren Formen tatsächlich mit der Zeit zunehmen. Die alten Landesrassen sind in verschiedener Hinsicht akklimatisiert worden; »anspruchslos» und »sicher» sind die Epitheta, mit denen man die Anpassung alter Landesrassen bezeichnet. Die Winterweizenrassen in strengem Klima besitzen einen hohen Grad von Winterfestigkeit, die Landesrassen der nördlichsten getreidebauenden Gegenden sind sehr frühreif usw. Diese Eigenschaften sind treu erblich und halten sich durchaus beim Anbau in anderem Klima.

Das Verhalten der Landesrassen in Bezug auf die Pigmenteinheiten ist insofern von besonderem Interesse, als man dank den hier noch relativ leicht aufklärbaren

Spaltungsverhältnissen bei Kreuzungen bestimmt nachweisen kann, dass eine Anpassung durch Auhäufung von selbständigen, unter einander unabhängigen Einheiten zustande kommt (vrgl. S. 75). Man wird schon dadurch dahin geführt, auch z. B. die erblichen Differenzen an Winterfestigkeit als das Resultat des verschiedenartigen Zusammentretens mehrerer selbständigen Einheiten zu betrachten, eine Annahme, die auch durch die Spaltungsweise dieser Eigenschaft bei Kreuzungen gestützt wird (näheres darüber in Teil II dieser Abhandlung). Man versteht aber dann auch, weshalb eine Akklimatisation nur allmählich eintreten kann. Eine Anhäufung der bei verschiedenen Individuen vorhandenen oder event. neuentstehenden Einheiten ebenso wie ein Abnehmen der weniger angepassten Individuen kann natürlich nur ganz allmählich erfolgen. Die beiden Faktoren arbeiten sozusagen Hand in Hand; durch Verschwinden der weniger angepassten Individuen wird natürlich die Möglichkeit immer grösser, dass die besser angepassten sich mit einander kreuzen können, und auf diese Weise kann eine allmähliche Auhäufung der Einheiten zustande kommen. Dass eine den Lebensbedingungen entsprechende vorteilhafte Umgruppierung der Einheiten [1]) sich bei den fremdbestäubenden Pflanzen weit schneller vollziehen kann als bei den normal selbstbestäubenden, wo natürliche Kreuzungen nur in geringem Masse eintreten, liegt auf der Hand; aber auch bei den letzteren darf die Bedeutung der, wenn auch seltenen, Kreuzbefruchtung für eine zweckmässige Verbindung vorhandener Einheiten nicht unterschätzt werden.

Mit dem obigen ist aber nicht gesagt, dass nicht schon bei dem spontanen Entstehen (oder Wegfallen) der Einheiten die Tendenz zur Anpassung bestände. Aber wenn die Einheiten nur bei einzelnen Individuen spontan entstehen (bezw. wegfallen), ist jedenfalls die Kreuzbefruchtung ein Hilfsmittel, um die Anpassung zu fördern. Dass durch verschiedene Kombinationen der Einheiten bessere und schlechtere Formen entstehen können, wodurch die erbliche Variation richtungslos erscheint, ist natürlich eine ganz andere Sache, als dass schon das Zustandekommen der Einheiten zufällige oder richtungslose Abänderungen bezeichnen sollte. Meines Erachtens muss weit mehr über die Entstehung der Einheiten bekannt werden, um ein tieferes Eindringen in diese Frage zu gestatten.

Über die Ursachen des Entstehens der Einheiten ist nichts bekannt. Ob die entstehenden Einheiten wirklich neu sind, ist wieder eine Frage, welche nach Beantwortung verlangt. Die Tatsache ferner, dass, wie es scheint, dieselbe Einheit mehrmals entsteht, verdient besondere Beachtung, ebenso wie die bekannte parallele erbliche Variabilität, die verschiedene Arten zeigen.

Die Erkenntniss, dass es schwach differente Einheiten giebt, die ebenso selbständig sind wie die stärker differenten, hat für das Verständniss der individuellen erblichen Variation überhaupt Bedeutung. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass z. B. die verschiedenen Einheiten derselben Farbenart etwas verschiedene, stärkere oder schwächere Wirkung haben können, wenn auch die Differenzen

---

[1]) sei es durch Anhäufung oder Wegfallen derselben; eine Anpassung kann gewiss auf beiderlei Weisen stattfinden (vrgl. die Einleitung, S. 13).

nicht so gross sind, dass man im voraus darauf schliessen könnte, dass sie durch verschiedene selbständige Einheiten hervorgerufen waren. Merkwürdig wäre es auch, wenn es verschiedene Einheiten mit ganz derselben Wirkung gäbe. Differenzen sind wohl immer da, obgleich diese für unsere Auffassung sehr unbeträchtlich erscheinen können. Ferner hat es sich nachweisen lassen, dass zwei Einheiten zusammen eine kräftigere Farbe, eine Rispe mit stärker abstehenden Ästen usw. als jede Einheit für sich allein bewirken.

Es ist also tatsächlich erwiesen worden, dass neue erbliche Abstufungen einer Eigenschaft durch Neukombination derselben Einheiten zustande kommen können. Solche Abstufungen bezeichnen keine selbständig entstandenen Variationen, sondern nur neue Gruppierungen schon vorhandener Einheiten. Von relativ wenigen Einheiten kann eine grosse Zahl konstantbleibender Abstufungen gebildet werden. Wenn es mehrere selbständige Einheiten für eine Eigenschaft giebt, die an sich nur wenig verschiedene Wirkung haben, so kann durch deren verschiedenes Zusammentreten selbstverständlich eine völlig kontinuierliche Variation zustande kommen; es kann eine ununterbrochene Reihe von Abstufungen gebildet werden, die jedoch jede für sich ganz konstant sind.

Zwischen der kontinuierlichen, durch weniger differente Einheiten, und der diskontinuierlichen, durch stärker differente Einheiten gebildeten Variation ist deshalb meines Erachtens keine Grenze zu ziehen, denn die Einheiten sind in beiden Fällen gleich selbständig, und die von denselben gebildeten Kombinationen = Formen müssen gleich konstant bleiben, mögen die Unterschiede derselben gross und auffallend oder nur sehr klein und undeutlich sein. Die wahre Kluft besteht wohl statt dessen zwischen der durch Kombination verschiedener selbständigen Einheiten gebildeten Variation einerseits (mag diese diskontinuierlich oder kontinuierlich sein) und derjenigen kontinuierlichen Variation andererseits, die jede Einheit in ihrer Wirkung je nach wechselnden äusseren Verhältnissen zeigen kann.

Schon Nägeli [1]) hat die Differenz dieser beiden Arten von Variation scharf hervorgehoben. Nach ihm ist zwischen den individuellen Verschiedenheiten, den Standorts- oder Ernährungsmodifikationen, innerhalb der einzelnen Form einerseits und der phylogenetischen Variation andererseits genau zu unterscheiden. Die ersteren »sind die Masse, zwischen denen die Individuen hin und her schwanken, und über die sie nicht hinaus können» (p. 314). Solche Differenzen können zwar, wenn die äusseren Faktoren stark wechseln, sehr gross werden, aber »sie bewegen sich innerhalb der ontogenetischen Elastizitätsgrenze» (p. 238) und sind nicht erblich. Die Nichterblichkeit solcher individuellen Fluktuationen ist seitdem namentlich durch die exakten Untersuchungen Johannsens [2]) erwiesen worden.

Bei *Hieracium* hat aber Nägeli auch die kontinuierliche erbliche Variation deutlich charakterisiert (p. 239—240): »Eine Sippe mit zahlreichen Formen, besonders wenn diese in einander übergehen, heisst variabel, und ein Merkmal, das sich

[1]) Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig 1884.

[2]) Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. Jena 1903.

allmählich abstuft, wird als ein veränderliches bezeichnet; man sollte aber in diesen Fällen bloss von Vielförmigkeit sprechen. . . . . . Man kann zwischen manchen Hieracienarten aus Exemplaren verschiedener Standorte eine ununterbrochene Reihe herstellen, so dass man von einem gleitenden Übergang von der einen zur andern Art sprechen darf. Man hat aber Unrecht, dies als Veränderlichkeit zu bezeichnen, denn jedes einzelne Glied der Reihe bringt eine ganz gleiche Nachkommenschaft hervor und verhält sich bei der Fortpflanzung durch eine Reihe von Generationen ebenso konstant als eine Pflanzenart, die durch keine Übergangsglieder mit anderen Arten zusammenhängt.»

Gerade so verhält es sich auch mit den zahllosen erblichen Formen, die bei den selbstbestäubenden Getreidearten getrennt werden können. Die Unterschiede sind grösstenteils nur quantitativ, d. h. bezeichnen verschiedene Abstufungen; wie gering sie aber auch sein mögen, halten sie sich doch bei fortgesetztem Anbau und trennen die Formen für immer von einander.

Eine solche grosse Vielförmigkeit ist jedoch keineswegs für die Getreidearten und auch nicht für die kultivierten Pflanzen überhaupt etwas besonders charakteristisches; bei vielen wildwachsenden Gräsern z. B. begegnet man ganz derselben Variation wie bei den Getreidearten: es handelt sich dabei stets um dieselben Differenzen, z. B. bezüglich Farbe, Höhe, Dichte der Ähren, Stellung der Äste in den Rispen, Behaarung, Begrannung der Ährchen, Länge und Form der Blütenspelzen, Frühreife usw. Durch verschiedenes Kombinieren von allerlei Abstufungen solcher Eigenschaften kann eine Unzahl von Formen zustande kommen, jede mit ihrem charakteristischen Gesamttypus, was übrigens nicht merkwürdig ist, da der Gesamttypus eben von dem spezifischen Zusammentreten der zahlreichen unabhängigen Eigenschaften bedingt ist. Bei gewissen Arten wird es jedenfalls äusserst schwierig, wenn nicht unmöglich, sein, zwei Samenindividuen zu finden, die beim Anbau mittelst vegetativer Vermehrung (sei es durch gewöhnliche Teilung oder durch Apogamie) ganz zweifellos zeigen, dass sie dieselbe Kombination, dieselbe Form darstellen.

Da die heterozygoten Verbindungen wohl in den meisten Fällen von den homozygoten verschieden sind, ist nämlich bei den Fremdbestäubern nur eine geringe Zahl von Einheiten nötig, um eine überaus grosse Mannigfaltigkeit hervorzurufen. Schon bei 10 unter einander unabhängigen Einheiten sind ja beinahe 60000 verschiedene Formen möglich, von denen jede bei vegetativer Vermehrung ihren in der Gametenkombination begründeten Charakter behalten wird.

Bei den normal (aber nicht ausschliesslich) selbstbestäubenden Getreidearten wird natürlich die Variation geringer, weil die Heterozygoten nach natürlichen Kreuzungen, wie schon in der Einleitung bemerkt und durch tatsächliche Beispiele (vrgl. S. 65) illustriert worden ist, prozentisch immer seltener werden und zuletzt von einer gewissen Individuenanzahl ausgeschlossen werden müssen. Trotzdem ist es auch hier bei gewissen alten Rassen [1]) kaum möglich, zwei Individuen zu finden,

[1]) Z. B. Propsteierhafer. Meine Untersuchungen über diese Rasse habe ich in dem Auf-

die sich bei separatem Anbau als ganz identisch erweisen [1]), was jedoch wenig befremden wird, da schon die homozygoten Kombinationen auch einer nicht grossen Anzahl von Einheiten so zahlreich sind, dass man nicht leicht dieselbe Kombination zweimal findet. Wenn man eine Anzahl beliebig herausgenommener Individuen einer solchen Rasse separat vermehrt, so stellen ihre Nachkommenschaften, wie ich in dem unten zitierten Aufsatze nachgewiesen habe, bei gewissen Eigenschaften eine ununterbrochene Reihe von Abstufungen dar. Diese erblichen Abstufungen bilden zusammen mit den durch wechselnde äussere Verhältnisse hervorgerufenen nicht erblichen Fluktuationen die individuelle Variabilität, und können von diesen im gemischten Bestande der alten Rasse nur zum Teil unterschieden werden. Zwar können grössere erbliche Differenzen schon an den einzelnen Individuen von den nicht erblichen Fluktuationen oftmals deutlich unterschieden werden, aber die kleineren erblichen Differenzen treten erst hervor, wenn die Individuen seite bei seite vermehrt werden, wodurch man Parzellen bekommt, deren Individuen durchschnittlich gleichen oder annähernd gleichen äusseren Verhältnissen ausgesetzt sind. Nur dadurch wird ersichtlich, dass die stark abweichenden, extremen erblichen Abstufungen durch eine kontinuierliche Reihe von Übergängen verbunden sind.

Die Kreuzungsuntersuchungen zeigen nun den Weg, auf welchem man sich einem Verständniss des Zustandekommens dieser erblichen kontinuierlichen Variation nähern kann. Wenn die heterozygoten Individuen mitgerechnet werden, sind, wie wir S. 34 gesehen haben, von zwei selbständigen Farbeneinheiten, welche etwas verschiedene schwarze Farbe bewirken, schon 8 Abstufungen möglich; von 3 Einheiten können 26 verschiedene Abstufungen entstehen. Bei den fremdbestäubenden Pflanzen und den Tieren sind also sehr wenige selbständige Einheiten nötig, um die von den äusseren Verhältnissen unabhängige Variation zustande zu bringen. Auch bei den Selbstbestäubern sind die konstantbleibenden zahlreichen Abstufungen aus einer relativ geringen Zahl von Einheiten erklärbar. Von 3 Einheiten sind 7, von 4 Einheiten 15 homozygote, d. h. konstantbleibende Abstufungen denkbar usw. Da es, wie meine Untersuchungen zeigen, Einheiten giebt, die für sich allein nur wenig verschiedene Wirkung haben, ist es offenbar, dass auch die homozygote erbliche Variation so kontinuierlich werden kann, dass die erblichen Formen oder s. g. Elementararten vollständig in einander übergehen, was tatsächlich auch der Fall ist. Zwar kann man aus einer Population Elementararten isolieren, die auch an quantitativen Eigenschaften scharf getrennt sind, aber sie werden durch Übergänge vollständig verbunden.

---

satze: Om lifstyper och individuell variation, in Botan. Notiser 1907, p. 113 (Ref. in Journ. für Landwirtsch. 1908, p. 294), veröffentlicht.

[1]) Es ist aber zu bemerken, dass durch den Eingriff des Menschen die Vielförmigkeit selbstbestäubender Rassen leicht sehr stark verringert werden kann. Schon eine Vermehrung von wenigen Pflanzen aus genügt, um, wenn jede Pflanze homozygot ist und demnach konstante Nachkommenschaft ergiebt, eine grosse Gleichförmigkeit herbeizuführen. Geht die Vermehrung von einer einzelnen homozygoten Pflanze aus, die ja nur eine Kombination darstellen kann, wird die Gleichförmigkeit auf einmal vollständig.

Wir haben jedoch bei den Farbeneigenschaften mehrmals gesehen, dass es nicht nur verschiedene, selbständige Farbeneinheiten sind, die erbliche Abstufungen bewirken. Auch wenn nur eine Farbeneinheit vorhanden ist, kann der Farbegrad sicher nachweisbaren und ziemlich beträchtlichen erblichen Schwankungen unterliegen. Bei Kreuzungen zwischen gefärbten und farblosen Formen werden sogar regelmässig Formen mit verschiedenen erblichen Farbenstufen gebildet, wie in der speziellen Darstellung bei fast allen behandelten Farbenmerkmalen angegeben worden ist. Auch hier würde man vielleicht zuerst an Gametenunreinheit denken wollen. Es sollten Gameten entstehen, die das elterliche Merkmal nicht rein, sondern abgeschwächt an sich trügen. Auf diese Weise könnten zwar die Abschwächungen bei Kreuzungen verständlich werden; unverständlich bliebe aber, dass z. B. aus der Kreuzung einer helleren Nuance der schwarzen Spelzenfarbe beim Hafer mit weiss Formen von tieferer Nuance als bei dem Elter hervorgehen können (vrgl. u. a. S. 29, Kreuzung 0353 × 0691). Solche Verstärkungen widerlegen die Hypothese von der Gametenunreinheit. Dagegen lassen sich sowohl die Abschwächungen wie die Verstärkungen in der Weise erklären, dass die Wirkung der Farbeneinheit seitens anderer Einheiten modifiziert wird. Ob es besondere Modifikationseinheiten giebt, oder ob das Modifizieren einfach eine Folgeerscheinung des Zusammentretens allerlei anderer Einheiten ist, lässt sich gegenwärtig nicht entscheiden. Jedenfalls haben die Kreuzungen den Nachweis erbracht, dass die vielen erblichen Abstufungen auch in diesem Falle keine selbständig entstandenen Variationen bezeichnen, sondern die Resultate des verschiedenen Zusammenwirkens einer Anzahl von Komponenten darstellen. Die Modifikationsabstufungen bilden ebenfalls eine kontinuierliche Reihe.

Eine kontinuierliche erbliche Variation scheint somit auf zwei Weisen zustande kommen zu können, teils durch verschiedenes Kombinieren weniger, unter einander unabhängiger Einheiten, teils durch Modifizieren der Wirkung jeder einzelnen Einheit seitens anderer Einheiten.

Die Spaltung aller untersuchten Merkmale, nicht nur der Farbenmerkmale, sondern auch des Rispen- und Ährentypus und des Ligulamerkmales, beweist die Richtigkeit der Hypothese, dass die Merkmalspaare vom Vorhandensein und Fehlen (oder der Latenz im de Vries-schen Sinne) jeder einzelnen Einheit gebildet werden. Für jede einzelne Einheit hat sich das Mendeln herausgestellt. Gegen die Annahme von der Reinheit der Gameten im Mendelschen Sinne spricht kein Fall meiner Kreuzungen.

Verschiedene Abstufungen einer Eigenschaft bilden nicht oder nur scheinbar Merkmalspaare, ebensowenig wie die schwarze und die graue Spelzenfarbe des Hafers ein Merkmalspaar bilden (vrgl. S. 28). Wenn zwei Abstufungen nur in einer Einheit verschieden sind, wird die Spaltung zwar die einfache monohybride; aber daraus folgt nicht, dass die Abstufungen als solche die antagonistischen Merk-

male darstellen, sondern nur, dass bloss die zwei Abstufungen ausgespaltet werden können, ebenso wie aus einer Kreuzung schwarz+grau × grau nur schwarz und grau ausspalten können.

Bei den hier besprochenen Kreuzungen sind keine anderen Einheiten als diejenigen der Eltern entstanden. In Bezug auf spontanes Entstehen von Einheiten ist nur wenig konstatiert worden, aber nichts spricht dafür, dass ein solches spontanes Entstehen von Einheiten in der Nachkommenschaft von Kreuzungen weniger selten als sonst wäre. Doch können wir erst von der Zukunft die nähere Aufklärung dieser Frage erwarten.

Das Entstehen neuer Eigenschaften bei den Kreuzungen hat sich als eine Folge gezeigt, teils von Umgruppierung derselben Einheiten, wobei auch solche Einheiten hervortreten können, die von anderen verdeckt waren, teils von Verstärkungen, wodurch solche Eigenschaften zum Vorschein kommen können, die zwar vorhanden, aber unter den gegebenen äusseren Verhältnissen nicht sichtbar sind (vrgl. die graue Farbe der Sorte 0501, S. 41). Eine Latenz von Eigenschaften hat sich bei den hier besprochenen Untersuchungen somit auf zweierlei Weisen gezeigt: die betreffenden Eigenschaften können von anderen verdeckt werden oder infolge ungünstiger äusserer Verhältnisse nicht zum Vorschein kommen.

Ubersicht über die besprochenen Pedigreesorten.

1. **Hafer.**

0101, gelbspelzig. Fahnenhafer aus Jaune géant à grappes [1]).
0193, » » » natürl. Kreuzung Propsteier × Schwarz. Tartar. Fahnenhafer.
0196, » » » » » » » Tartar. Fahnenhafer.
0198, » » » » » » » Tartar. Fahnenhafer.
0202, schwarzspelzig. » » Schwarz. Tartar. Fahnenhafer.
0301, Svalöfs Hvitling, weissspelzig. Steifrispenhafer [2]) aus Kanadahafer.
0302, weissspelzig. Steifrispenhafer aus Potatoehafer.
0315, » » » Propsteierhafer.
0351, » » » »
0353, Svalöfs Ligowo II, weissspelzig. Steifrispenhafer aus Vilmorins Ligowohafer.
0375, gelbspelzig. Steifrispenhafer aus Propsteierhafer.
0380, » » » »
0386, Svalöfs Goldregenhafer, gelbspelz. Steifrispenhafer aus Miltonhafer..
0401, » Schwarz. Glockenhafer, Steifrispenhafer aus Schwarz. Tartar. Fahnenhafer.
0408, » » » II, Steifrispenhafer aus Goldregenhafer (wahrscheinl. aus Kreuzung Goldregen × Schwarz. Glockenhafer).
0450, » Schwarz. Grossmogulhafer, Steifrispenhafer aus Schwarz. Tartar. Fahnenhafer.
0487, schwarzspelz. Steifrispenhafer aus 0309 (Form aus Propsteierhafer).
0491, » » » » » » »
0501, grauspelz. Spreizrispenhafer aus der Prov. Småland.

---

[1]) Über die alten Haferrassen, aus welchen die Pedigreesorten gezogen sind, s. ATTERBERG, Neues System d. Hafervarietäten etc., Die landw. Versuchsstationen 1891, p. 171—204, ferner Körnicke und Werner, Handbuch des Getreidebaues, Bonn 1885.

[2]) Über die Benennungen des Rispentypus s. S. 94.

0512, weissspelz. Spreizrispenhafer aus Nordischem Weisshafer aus der Prov. Småland.
0660, schwarzspelz. Spreizrispenhafer aus Nordfinnischem Schwarzhafer.
0668, » » » Nordlandshafer.
0669, grauspelz. » » Grauem Spelzenhafer vom Nordfjord, Norwegen.
0670, schwarzspelz. » » Deutschem Moorhafer.
0680, » » » Mesdaghafer.
0691, » » » Ölandshafer.
0700, weissspelz. Sperrrispenhafer aus Gerstenhafer.
0924, » Schlaffrispenhafer » Nordischem Weisshafer aus der Prov. Dalarne.
0925, » » » Duppauerhafer.
0926, » » » Sechsämterhafer.
0950, » » » Kanadahafer.
01002, schwarzspelz. » » Schwarz. Tartar. Fahnenhafer.

2. Winterweizen.

0103, Tr. compactum–Form aus Schwed. Binkelweizen.
0203, Svalöfs Extra–Squarehead
0234
0235
0290, Svalöfs Extra–Squarehead II
0302
0312
0401
} weissährige, rotkörnige, kurz- und dichtährigere Formen aus Squarehead.
0315, Svalöfs Pudelweizen, behaarte, weissährige, weisskörnige Form aus Squarehead.
0406, » Boreweizen, weissährig, rotkörnig.
0470, weissährige, weisskörnige Form aus Standup–weizen.
0501, Svalöfs Grenadier
0502
0504
} weissährige, rotkörnige, etwas langährigere Formen aus Squarehead.
0542, aus Grenadier; Ähren etwas lockerer.
0704, weissährige, weisskörnige Form mit langen, ziemlich lockeren Ähren, aus Schonisch. Landesweizen.
0705, Svalöfs brauner Landesweizen, glattährig, weisskörnig, aus Schwed. Sammetweizen.
0712, weissährige Form mit lockeren Ähren aus einem norrländischen Landesweizen.
0728, braunährig, mit lockeren Ähren, aus einem in der Prov. Södermanland angebauten Landesweizen.

3. Sommerweizen.

0201, weissährige Form vom Squareheadtypus, aus Emmaweizen.
0501, » » aus einem amerikanisch. Weizen.
0503, braunährige » » » » »
0504, weissährige » » Emmaweizen.
0510, braunährige » » »
0601, weissährige » » »
0603, braunährige » » »
0702, Svalöfs Kolbenweizen, weissährig, aus Galiz. Kolbenweizen.
0715, braunährige Form aus norwegischem Lerdalsweizen.
0729, braunährige, begrannte Form aus Vilmorins »de Suède».
0740, » » » » einem in der Prov. Dalarne angebauten Landesweizen.
0750, Svalöfs Perlsommerweizen, weissährig, aus Emmaweizen.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 5. Nr 3.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 20. Nr 3.

STUDIER

ÖFVER

DICTYOGRAPTUSSKIFFERN

OCH DESS GRÄNSLAGER

MED SÄRSKILD HÄNSYN TILL I SKÅNE FÖREKOMMANDE
BILDNINGAR

AF

A. H. WESTERGÅRD

LUND 1909
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Förord.

År 1900 publicerade jag tillsammans med AXEL TELLANDER i Geol. Fören. i Stockholm Förh. en liten uppsats, »Geologiska åldern af skiffern med *Clonograptus* cfr *flexilis* HALL vid Fogelsång», hvari frågan om lagerföljden inom dictyograptusskiffern vid Fogelsång blef utredd. Det syntes oss emellertid önskvärdt att dels utsträcka våra undersökningar till öfriga skånska fyndorter för fast anstående dictyograptusskiffer, dels, efter insamlandet af därtill nödigt material, lämna så vidt möjligt trogna afbildningar och utförliga beskrifningar af faunan i den skånska dictyograptusskiffern, hvilket senare var så mycket mera behöfligt som litteraturen i nämnda hänseende lämnade åtskilligt öfrigt att önska. Det arbete, som vi sålunda förelagt oss, har jag ensam sedermera utfört, hvarvid jag emellertid funnit lämpligt att utsträcka mina undersökningar till de orter på Öland samt i Öster- och Vestergötland, hvarifrån ifrågavarande bildning är känd. Jag har därunder genom autopsi lärt känna alla hittills omtalade fyndorter för dictyograptusskiffer med undantag af Tåsjöberg i Ångermanland.

Då dictyograptusskiffern i petrografiskt hänseende fullkomligt öfverensstämmer med angränsande lager, ha mina undersökningar äfven kommit att beröra dessa senare. Jag har därvid egnat min uppmärksamhet mera åt de underliggande gränslagren, särskildt där dessa förut ej varit närmare kända, än åt de öfverliggande, för hvilka sedan 1906 en uttömmande redogörelse af MOBERG och SEGERBERG föreligger.

Som nämnda redogörelse, intagen i Band 17 af denna tidskrift, också lämnar en samlad kronologisk kritisk historik af den litteratur, som berör vår dictyograptusskiffer, har jag ansett olämpligt att ånyo upptaga utrymmet med en dylik, så mycket mera som det befunnits önskvärdt, att i redogörelsen för de särskilda lokalerna för hvarje lokal infoga en öfversikt öfver denna speciellt vidkommande litteratur.

Af dictyograptusskifferns fauna äro graptoliterna den ojämförligen viktigaste djurgruppen. Jag har därför egnat denna särskild uppmärksamhet och det med dess större skäl, som den här uppträder med sina första representanter. För studiet af de olika arterna har jag låtit mig angeläget vara att insamla ett i möjligaste mån rikligt material. Härvid har jag städse beaktat fossilens relativa plats i lager-

serien, en fråga som tydligen är af vikt äfven för bedömandet af de olika formernas inbördes förhållande och släktskap.

Jag har också ansett det vara nödvändigt att å de bifogade taflorna ej medtaga för få afbildningar. En god föreställning om arter med större variationstendens står nämligen ej på annat sätt att vinna.

Afbildningen särskildt af de månggreniga graptoliterna har utförts på det sätt, att å en fullkomligt genomskinlig, tunn gelatinhinna, som utbredts öfver skifferstycket med den för reproduktion afsedda graptoliten, dennes konturer uppdragits, hvarefter den erhållna bilden med tillhjälp af kalkerpapper aftryckts å ett ritpapper och vidare utarbetats. Genom detta enkla tillvägagångssätt vinnes såväl tid som jämförelsevis stor noggrannhet.

Ett par af bilderna äro reproduktioner efter fotografier. Dessa senare ha utförts sålunda, att fossilet vid belysning med Nernst-lampa fotograferats i dubbel skala, hvarefter negativet underkastats en möjligast noggrann och tämligen stark retuschering samt därefter kopierats och, då så önskats, åter fotograferats till naturlig skala.

Till Professor Joh. Chr. Moberg, på hvars tillskyndan jag utfört detta arbete, är det mig en kär plikt att här uttala mitt förbindligaste tack för det intresse, hvarmed han städse följt arbetets fortgång, såväl som för det bistånd med råd och dåd han därvid lämnat mig. Äfven stannar jag i tacksam förbindelse till Professor S. L. Törnquist för mången värdefull upplysning och framför allt för den beredvillighet, hvarmed han låtit mig som jämförelsematerial begagna sina rikhaltiga in- och utländska samlingar.

Litteraturförteckning.

Nedan upptagna arbeten citeras i det följande endast genom angifvande af författarens namn och årtalet för arbetets utgifvande samt, i det fall att en författare under ett år publicerat flera arbeten, därjämte dess nummer i förteckningen.

ANDERSSON, J. G.

1895. Über cambrische und silurische phosphoritführende Gesteine aus Schweden. — Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. 2, Part 2.

ANGELIN, N. P.

1854. Palæontologia Scandinavica. — Holmiæ. 4:o.

BARRANDE, J.

1894. Systême silurien du centre de la Bohême. Ière Partie. Vol. VIII. Tome Ier par le Doct. PHILIPPE POČTA. Prague. 4:o.

BRÖGGER, W. C.

1882. Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet und auf Eker etc. — Universitätsprogramm. Kristiania. 8:o.

1886. Ueber die Ausbildung des Hypostomes bei einigen skandinavischen Asaphiden. — Bih. till Kgl. sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 11, N:o 3. Äfven tryckt som Sver. Geol. Unders. Ser. C, N:o 82.

1896. Ueber die Verbreitung der Euloma-Niobe-Fauna (der Ceratopygenkalkfauna) in Europa. — Nyt. Mag. f. Naturv. Bd 35. Kristiania.

DAMES, W.

1881. Geologische Reisenotizen aus Schweden. — Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch. Jahrg. 1881.

DAVIDSON, T.

1866—1871. A monograph of the british fossil Brachiopoda. Part VII. The silurian Brachiopoda. London. 4:o.

DEECKE, W.

1899. Geologischer Führer durch Bornholm. Berlin. Liten 8:o.

De Geer, G.

1887. Beskrifning till kartbladet Lund. — Sver. Geol. Unders. Ser. Aa, N:o 92.

1889. Beskrifning till kartbladen Widtsköfle, Karlshamn (Skånedelen) och Sölvesborg (Skånedelen). — Sver. Geol. Unders. Ser. Aa, N:is 105, 106 o. 107.

Elles, Gertrude L. and Wood, Ethel M. R.

1902. A monograph of british graptolites. Edited by Ch. Lapworth. Part II. Dichograptidæ. — Palæontograph. Soc. Vol. for 1902. London. 4:o.

Fearnsides, W. G.

1905. The Geology of Arenig Fawr and Moel Llyfnant. — Quart. Journ. Geol. Soc., Vol. 61.

1907. The Lower Ordovician Rocks of Scandinavia. — Geol. Mag., N. S., Dec. V, Vol. IV.

»Fosforitkommittéens» berättelse.

1873. Underdånig berättelse öfver hittills utförda arbeten af kommittéen för undersökning af inom riket förekommande fosforsyrehaltiga mineralier och bergarter. Stockholm 1873, 8:o. (Häri Bilaga B: Berättelse öfver fosforitundersökningar i Dalarne af S. L. Törnquist och Bilaga C: Berättelse öfvar iakttagelser rörande fosforitkonglomeratet i Dalarne af M. Stolpe.)

Groom, T.

1902 : 1. Cambrian and associated beds of the Malvern Hills. — Quart. Journ. Geol. Soc., Vol. 58.

» : 2. On a new trilobite from the Dictyonema-shales of the Malvern Hills. — Geol. Magaz., Dec. IV, vol. IX.

Hall, J.

1865. Graptolites of the Quebec Group. — Geol. Surv. of Canada. Montreal. 8:o.

Hall, T. S.

1897. Victorian graptolites. Part I. — Proc. Roy. Soc. Victoria, Vol. X (N. S.), Pt 1.

1899 : 1. Victorian graptolites. Part II. The graptolites of the Lancefield beds. — Proc. Roy. Soc. Victoria, Vol. XI (N. S.), Pt 2.

» : 2. The graptolite-bearing rocks of Victoria, Australia. — Geol. Mag., N. S., Dec. IV, Vol. VI.

Hedström, H. och Munthe, H. Se Munthe, H.

Hedström, H. och Wiman, C.

1906. Beskrifning till blad 5 omfattande de topografiska kartbladen Lessebo, Kalmar, Karlskrona, Ottenby (samt Utklipporna). — Sver. Geol. Unders. Ser. A 1, a.

Hennig, A. Se Törnebohm, A. E.

Herrmann, M. O.

1885. Die Graptolithenfamilie Dichograptidæ, Lapw., mit besonderer Berücksichtigung von Arten aus dem norwegischen Silur. — Nyt Mag. for Naturvid. Bd 29. Kristiania.

Hinde, G. J.

1882. On annelid remains from the silurian strata of the isle of Gotland. — Bih. till Kgl. sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 7, N:o 5.

Holm, G.

1882. Om de vigtigaste resultaten från en sommaren 1882 utförd geologisk-palæontologisk resa på Öland. — Öfvers. af Kgl. sv. Vet.-Ak. Förh. 1882, N:o 7.

1885 : 1. Beitrag zur Kenntniss der Quartär- und Silurbildungen der ostbaltischen Provinzen Russlands. Vorläufiger Bericht. — Verh. Kais. Mineral. Ges., N. S., Bd 22.

1885 : 2. Om Vettern och Visingsöformationen. — Bih. till K. sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 11, N:o 7.

1887. Om förekomsten af en Cruziana i öfversta Olenidskiffern vid Knifvinge i Vreta Kloster socken i Östergötland. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd IX.

1890. Gotlands graptoliter. — Bih. till K. sv. Vet.-Ak. Handl., Bd 16. Afd. IV, N:o 7.

1895. Om Didymograptus, Tetragraptus och Phyllograptus. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 17. Äfven som Sver. Geol. Unders. Ser. C, N:o 150.

Holst, N. O.

1892. Beskrifning till kartbladet Simrishamn. — Sver. Geol. Unders. Ser. Aa, N:o 109.

Huene, F. v.

1904. Geologische Notizen aus Oeland und Dalarne, sowie über eine Meduse aus dem Untersilur. — Centralbl. für Min., Geol. und Palæont. Jahrg. 1904. N:o 15.

Johnstrup, F.

1889. Abriss der Geologie von Bornholm, als Führer zu der Exkursion der Deutschen Geologischen Gesellschaft nach der Insel Bornholm. — Greifswald. 8:o.

Kjerulf, Th.

1865. Veiviser ved geologiske excursioner i Christiania omegn. — Universitetsprogram. Christiania. 4:o.

Lapparent, A. de

1900. Traité de géologie. Quatrième édition. Paris. 8:o.

Lapworth, Ch.

1880. On new british graptolites. — Ann. and Mag. of Nat. Hist. N:o XXVI. Febr. 1880.

Lindström, A.

1887. Beskrifning till kartbladet Venersborg. — Sver. Geol. Unders. Ser. A b, N:o 11.

Lindström, G.

1888. List of the fossil faunas of Sweden. Edited by the palæontological department of the swedish State Museum (Natural History). I. Cambrian and Lower Silurian. — Stockholm. 8:o.

Linnarsson, J. G. O.

1871. Om några försteningar från Sveriges och Norges »Primordialzon». — Öfvers. af K. sv. Vet.-Ak. Förh. 1871, N:o 6.

1873. Berättelse, afgifven till Kongl. Vetenskaps-Akademien, om en med understöd af allmänna medel utförd vetenskaplig resa till Böhmen och Ryska Östersjöprovinserna. — Öfvers. af Kgl. sv. Vet.-Ak. Förh.

1875. Anteckningar från en resa i Skånes silurtrakter år 1874. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 2.

1880 : 1. Dictyonemaskiffer vid Orreholmen i Vestergötland. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 5.

» : 2. Om försteningarne i de svenska lagren med Peltura och Sphærophthalmus. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 5.

1882. De undre paradoxideslagren vid Andrarum. — Sver. Geol. Unders. Ser. C, N:o 54.

Linnarsson, J. G. O. och Tullberg, S. A.

1882. Beskrifning till kartbladet Vreta Kloster. — Sver. Geol. Unders. Ser. A a, N:o 83.

Lundgren, B.

1890. Hvad bör förstås med Dictyonemaskiffer? — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 12.

1894. Ännu en gång ett par ord om namnet Dictyonema. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 16.

Malaise, C.

1881. Documents paléontologiques relatifs au terrain cambrien de l'Ardenne. — Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3me Sér., Tome II, N:o 8.

Marr, J. E.

1883. The Classification of the Cambrian and Silurian rocks. — Cambridge. 8:o.

Matthew, G. F.

1891. On a new horizon in the S:t John Group. — Canad. Rec. of Science.

1892. List of fossils found in the Cambrian Rocks, in or near Saint John, N. B. — Nat. Hist. Soc., Bull. N:o X.

MATTHEW, G. F.

1895. Two new cambrian graptolites with notes on other species of graptolitidæ of that age. — Transact. N.-Y. Acad. Sci., Vol. 14.

1903. Report on the Cambrian Rocks of Cape Breton. — Geol. Surv. of Canada, Ottawa.

MICKWITZ, A.

1890. Vorläufige Mittheilung über das Genus *Obolus* EICHWALD. — Bull. de l'Acad. Imp. des Sci. de S:t Pétersbourg. N. S. II. (XXXIV).

1896. Über die Brachiopodengattung *Obolus* EICHWALD. — Mém. de l'Acad. Imp. des Sci. de S:t Pétersbourg. VIII[e] Sér., Vol. IV, N:o 2.

MOBERG, J. C.

1890 : 1. Om en afdelning inom Ölands dictyonemaskiffer såsom motsvarighet till ceratopygeskiffern i Norge. — Sver. Geol. Unders. Ser. C, N:o 109.

» : 2. Om gränsen mellan undersilur och kambrium. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 12.

1891. Om ett par synonymier. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 13.

1892 : 1. Om skiffern med *Clonograptus tenellus* LINRS., dess fauna och geologiska ålder. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 14.

» : 2. Anmälan af G. F. MATTHEW: On a new horizon in the S:t John Group. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 14.

1893. En Monograptus försedd med discus. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 15.

1894. Dictyograptus contra Dictyonema. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 16.

1896. Geologisk vägvisare inom Fogelsångstrakten etc. — Medd. N:o 2 fr. Lunds Geol. Fältklubb. Lund. 8:o.

1898 : 1. Supplement till »Om Acerocarezonen». — Medd. N:o 4 fr. Lunds Geol. Fältklubb. Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 20.

» : 2. En trilobit från Skånes Dictyograptusskiffer. — Medd. N:o 5 fr. Lunds Geol. Fältklubb. Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 20.

1900. Nya bidrag till utredning af frågan om gränsen mellan undersilur och kambrium. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 22.

1901. Några upplysningar om Lunds Geol. Fältklubb och dess verksamhet etc. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 23.

1902. Bidrag till kännedomen om trilobiternas byggnad. — Medd. N:o 4 fr. Lunds Geol.-min. Inst. Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 24.

1908. Om nomenklaturen för våra paleozoiska bildningar. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 30.

MOBERG, J. C., och MÖLLER, HJ.

1898. Om Acerocarezonen. — Medd. N:o 3 fr. Lunds Geol. Fältklubb. Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 20.

MOBERG, J. C., och SEGERBERG, C. O.

1906. Bidrag till kännedomen om ceratopygeregionen med särskild hänsyn till dess utveckling i Fogelsångstrakten. — Medd. fr. Lunds Geol. Fältklubb. Ser. B, N:o 2. Kgl. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F. Bd 17.

MUNTHE, H.

1902 : 1. Beskrifning till kartbladet Kalmar. — Sver. Geol. Unders. Ser. Ac, N:o 6.

» : 2. Beskrifning till kartbladet Ottenby. — Sver. Geol. Unders. Ser. Ac, N:o 7.

1906 : 1. Beskrifning till kartbladet Falköping. — Sver. Geol. Unders. Ser. Aa, N:o 120.

» : 2. Beskrifning till kartbladet Tidaholm. — Sver. Geol. Unders. Ser. Aa, N:o 125.

MUNTHE, H., och HEDSTRÖM, H.

1904. Beskrifning till kartbladet Mönsterås med Högby. — Sver. Geol. Unders. Ser. Ac, N:o 8.

MÖLLER, HJ. Se MOBERG, J. C.

NATHORST, A. G.

1869. Om lagerföljden inom Cambriska formationen vid Andrarum i Skåne. — Öfvers. af Kgl. sv. Vet.-Ak. Förh. 1869, N:o 1.

1876. Om de kambriska och siluriska lagren vid Kiviks Esperöd i Skåne, jemte anmärkningar om primordialfaunans lager vid Andrarum. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 3.

1885. Beskrifning till kartbladet Trolleholm. — Sver. Geol. Unders. Ser. Aa, N:o 87.

NILSSON (WESTERGÅRD), A. H., och TELLANDER, A.

1900. Geologiska åldern af skiffern med *Clonograptus* cfr *flexilis* HALL vid Fogelsång. — Medd. N:o 6 fr. Lunds Geol. Fältklubb. Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd. 22.

OLIN, E.

1906. Om de chasmopskalken och trinucleusskiffern motsvarande bildningarne i Skåne. — Medd. fr. Lunds Geol. Fältklubb. Ser. B, N:o 1. Kgl. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F. Bd 17.

POČTA, PH. Se BARRANDE.

POST, L. v.

1906. Bidrag till kännedomen om ceratopygeregionens utbildning inom Falbygden. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 28.

ROEMER, F.

1861. Die fossile Fauna der silurischen Diluvial-Geschiebe von Sadewitz bei Oels in Nieder-Schlesien. Breslau. 4:o.

ROEMER, F. und FRECH, FR.

1880. 1897. Lethæa geognostica etc. I. Theil. 1. Band. — Stuttgart. 8:o.

RUEDEMANN, R.

1903. The Cambric Dictyonema Fauna in the slate belt of eastern New York. — New York State Museum. Bull. 69. Paleontology 9. Albany. 8:o.

1904. Graptolites of New York. Part I. Graptolites of the lower beds. — New York State Museum. Memoir 7. Albany. 4:o.

SCHMIDT, FR.

1881. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten etc. Abth. 1. — Mém. de l'Acad. Imp. des Sci. de S:t Pétersbourg. VII[e] Sér., Tome XXX, N:o 1.

1882. On the Silurian Strata of the Baltic Provinces of Russia. — Quart. Journ. of the Geol. Soc. for November 1882.

1888. Über eine neuentdeckte untercambrische Fauna in Estland. — Mém. de l'Acad. Imp. des Sci. de St.-Pétersbourg. VII[e] Sér., Tome XXXVI, N:o 2.

SEGERBERG, C. O. Se MOBERG, J. C.

STOLLEY, E.

1909. Pseudo-Gaylussit, Pseudo-Pirssonit und Protospongia im cambrischen Alaunschiefer Bornholms. — Medd. fra Dansk Geol. Foren. N:o 15.

STOLPE, M. Se »Fosforitkommittéens» berättelse.

TELLANDER, A. Se NILSSON, A. H.

TULLBERG, S. A.

1880 : 1. Några Didymograptus-arter i undre graptolitskiffer vid Kiviks-Esperöd. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 5.

» : 2. Om Agnostus-arterna i de kambriska aflagringarne vid Andrarum. — Sver. Geol. Unders. Ser. C, N:o 42. Stockholm. 4:o.

1882 : 1. On the graptolites described by Hisinger and the older swedish authors. — Bih. till Kgl. sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 6.

» : 2. Förelöpande redogörelse för geologiska resor på Öland. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 6.

» : 3. Skånes Graptoliter. I. Allmän öfversigt öfver de siluriska bildningarne i Skåne etc. — Sver. Geol. Unders. Ser. C, N:o 50.

1883. Ueber die Schichtenfolge des Silurs in Schonen etc. — Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Jahrg. 1883.

TULLBERG, S. A. och LINNARSSON, J. G. O. Se LINNARSSON, J. G. O.

TÖRNEBOHM, A. E. och HENNIG, A.

1904. Beskrifning till Blad 1 och 2 omfattande de topografiska kartbladen Landskrona, Lund, Kristianstad, Malmö, Ystad, Simrishamn. — Sver. Geol. Unders. Ser. A 1, a.

TÖRNQUIST, S. L.

1865. Om Fågelsångstraktens undersiluriska lager. — Lunds Universitets Årsskrift. Tom. I.

Törnquist, S. L.

1871. Geologiska iakttagelser öfver den kambriska och siluriska lagföljden i Siljanstrakten. — Öfvers. af Kgl. sv. Vet.-Ak. Förh.

1872. Geologiska iakttagelser i Rättviks, Ore och Orsa socknar i Dalarne sommaren 1871. — Öfvers. af Kgl. sv. Vet.-Ak. Förh.

1873. (Se »Fosforitkommittéens» berättelse.)

1875. Berättelse om en geologisk resa genom Skånes och Östergötlands paleozoiska trakter sommaren 1875 etc. — Öfvers. af Kgl. sv. Vet.-Ak. Förh.

1883. Öfversigt öfver bergbyggnaden inom Siljansområdet i Dalarne etc. — Sver. Geol. Unders. Ser. C, N:o 57.

1890. Undersökningar öfver Siljansområdets Graptoliter I. — Lunds Universitets Årsskrift. Tom. XXVI.

1892. Ett inlägg i en synonymifråga. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 14.

1894. Dictyonema contra Dictyograptus. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 16.

1901, **1904**. Researches into the graptolites of the lower zones of the Scanian and Vestrogothian Phyllo-Tetragraptus beds. — Lunds Universitets Årsskrift. Bd 37. Afd. 2, N:o 5 och Bd 40. Afd. 2, N:o 2.

Walcott, C. D.

1898. Cambrian Brachiopoda: Obolus and Lingulella, with description of new species. — Proceed. of the U. S. Nat. Mus. Vol. 21 (N:o 1152).

1902. Cambrian Brachiopoda: Acrotreta; Linnarssonella; Obolus; with descriptions of new species. — Proceed. of the U. S. Nat. Mus. Vol. 25 (N:o 1299).

Wiman, C.

1895. Über die Graptoliten. — Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, N:o 4. Vol. II, Part 2.

1896. Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemtland. — Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, N:o 5. Vol. III, Part 1.

1897. Über den Bau einiger gotländischen Graptoliten. — Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, N:o 6, Vol. III, Part 2.

1902: 1, **1907**. Studien über das Nordbaltische Silurgebiet. — Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, N:o 11, Vol. VI, Part 1 och Vol. VIII.

1902: 2. Ein neuer Trilobit im Dictyonemaschiefer. (Paläontolog. Notiz. 3—6). — Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, N:o 11. Vol. VI, Part 1.

1903. Ett nytt fynd af Obolussandsten i Östergötland. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 25.

1905. Ein Shumardiaschiefer bei Lanna in Nerike. — Arkiv för Zoologi utg. af Kgl. sv. Vet.-Ak. Bd 2, N:o 11.

1906. Om Ceratopygeregionen inom Siljansiluren. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 28.

Wiman, C. och Hedström, H. Se Hedström, H.

Wood, E. M. R. and Elles, G. L. Se Elles, G. L.

Allmän inledande öfversikt.

ANGELIN och hans samtida räknade alunskifferns öfversta särskildt af *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. sp. karaktäriserade del till Regio Olenorum (olenidskiffern). År *1875* afsöndrade emellertid LINNARSSON nyssnämnda del af alunskiffern såsom en särskild zon, hvilken inom vidt skilda trakter befunnits bilda en skarpt utpräglad horizont. Enligt LINNARSSON består den nya zonen af en undre skiffer med *Dictyograptus flabelliformis* och en öfre förande »en *Dichograptus* med mycket talrika slankiga grenar». »Båda (skiffrarne) tyckas», säger han, »utan skarp gräns öfvergå i hvarandra och kunna derför tillsammans betraktas som ett helt, hvilket lämpligen kan benämnas Dictyonemaskiffer» [1].

Ceratopygekalken var enligt LINNARSSON hängandet till hans Dictyonemaskiffer, hvilken sålunda fick något större omfång än man nu, sedan faunan i den öfversta alunskiffern blifvit närmare känd, kan tillerkänna zonen.

År *1891* framhöll MOBERG, hurusom alla skäl talade för att, såsom HOPKINSON och LAPWORTH 1875 föreslagit, namnet *Dictyonema* borde utbytas mot namnet *Dictyograptus*, en åsikt, till hvilken äfven jag ansluter mig. Då vidare, såsom vi nyss framhållit, dictyonemaskiffer ej är ett adekvat uttryck för den graptolithorizont, namnet tydligen vill beteckna, ha vi i det följande allestädes, där omständigheterna det tillåtit, utbytt namnet dictyonemaskiffer mot dictyograptusskiffer.

Dictyograptusskiffern är ur flera synpunkter af synnerligen stort intresse. I densamma uppträda nämligen de första säkra representanterna för den djurgrupp, graptoliterna, hvilken i de efterföljande siluriska aflagringarna spelar så stor roll. Tre olika graptolitsläkten äro här företrädda med ett flertal arter eller varieteter, bland hvilka senare former förefinnas, hvilka så att säga äro förelöpare åt eller anlag till andra, först i den undre didymograptusskiffern uppträdande, släkten.

Det är emellertid ännu en synpunkt, ur hvilken dictyograptusskiffern för oss är af alldeles särskildt intresse. Den torde nämligen i viss mån kunna sägas vara den äldsta verkliga djupvattensbildningen, och såsom sådan är den såväl ifråga om bergartens beskaffenhet som faunans karaktär af kosmopolitisk natur, så att lagren äfven utanför vårt land få en ganska ensartad utbildning. Dessa lager ha därför

[1] LINNARSSON *1875*, s. 273.

redan vid de första försöken till en mera universell parallelisering af de siluriska bildningarna kunnat tagas i anspråk som ett lätt igenkänligt, vida utbredt ledlager.

Dictyograptusskiffer i dess typiska utbildning har träffats på åtskilliga ställen i flera af Sveriges provinser. Den är sålunda funnen i Skåne, på Öland, i Öster- och Vestergötland samt i Ångermanland. I Skandinavien förekommer den dessutom å flera fyndorter i Norge samt å Bornholm, hvarjämte den sedan gammalt är påvisad i de ryska baltiska provinserna. I västra Europa uppträder zonen i fråga på åtskilliga ställen i Storbrittannien, vidare i Belgien[1]) (trakten kring Spa) och i Frankrike[2]) (Ardennermassivet). I Nord-Amerika, där dictyograptusskiffern når en betydligt större mäktighet än hos oss, har den anträffats ej blott flerestädes på atlantiska sidan utan äfven i Arkansas. På västra sidan af Atlanten är för öfrigt zonen ej så skarpt skild från den underliggande olenidskiffern, som fallet är hos oss. Där uppträda nämligen varieteter af *Dictyograptus flabelliformis* redan tillsammans med *Peltura scarabæoides* WAHL. och måhända till och med så tidigt som i zonen med *Parabolina spinulosa* WAHL[3]).

Det är självklart att det för hvarje djupvattensbildning måste hafva existerat därmed samtidiga aflagringar på grundare vatten, men det är ej alltid dylika bestämdt kunna påvisas. För dictyograptusskifferns vidkommande har detta emellertid verkligen låtit sig göra. Man har nämligen kunnat konstatera, att oboluskonglomeratet och -gruskalken samt öfre delen af ungulitsandstenen äro dictyograptusskifferns strand- eller grundvattensfacies. Sådana bildningar äro kända från Rysslands baltiska provinser, från Dalarne, nordbaltiska siluromrädet, norra Öland och Östergötland. Genom deras nämnda relation till dictyograptusskiffern äro de tydligen äfven för oss beaktansvärda, särskildt som en antydan om gränserna för dennas utbredningsområde. Då oboluslagren emellertid ej från min sida gjorts till föremål för speciell undersökning, har jag i detta arbete åtnöjt mig med att å sid. 41 lämna en kortfattad öfversikt af hvad litteraturen om dem meddelar.

Fastän dictyograptusskiffern, efter hvad ofvan nämnts, erbjuder åtskilligt af intresse, synes dock en mera genomförd undersökning af denna zon hos oss hittills ej hafva kommit till stånd. Orsakerna till att zonen ifråga visat sig så föga lockande för våra geologer torde vara att söka i faunans något enformiga karaktär samt, måhända främst, i svårigheten att erhålla hela exemplar af de månggreniga graptoliter, som bilda denna faunas ojämförligt viktigaste element. I regel anträffas nämligen dessa endast såsom afbrutna grenar och fragment, på hvilka en fullt säker bestämning ej kan grundas, hvartill kommer att graptoliterna mycket ofta uppträda i sådan mängd att de helt täcka skiktytorna, i hvilket fall det merendels är omöjligt att med ögat skilja det ena exemplaret från det andra.

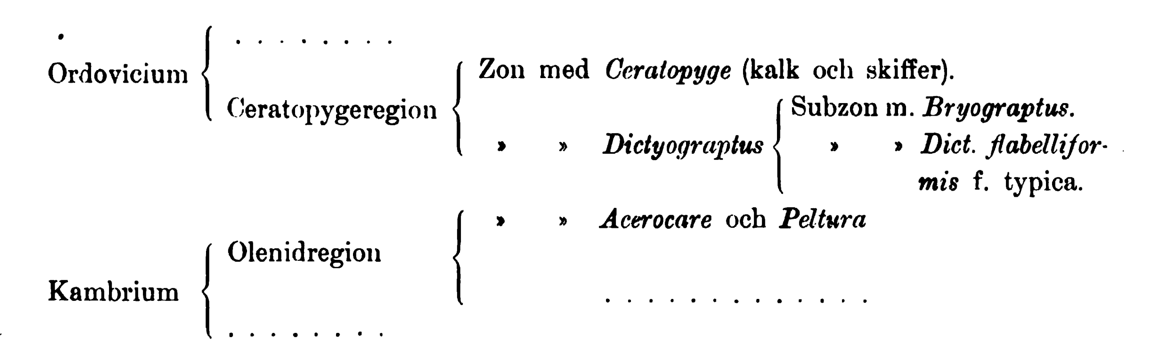
Att dictyograptusskifferns plats i lagerserien är vid gränsen mellan kambrium

[1]) MALAISE *1881*.
[2]) DE LAPPARENT *1900*.
[3]) MATTHEW *1891*.

och ordovicium, har af gammalt varit erkändt[1]). Huruvida zonen åter tillhör den förra seriens topp eller den senares bas, därom ha däremot åsikterna växlat. Ända till för kort tid sedan var man i vårt land ense om att draga gränsen mellan nämnda båda serier *ofvan* dictyograptusskiffern. Det rättesnöre, efter hvilket nämnda gräns ursprungligen utstakades, var som bekant den stora olikheten mellan den kambriska och den ordoviciska trilobitfaunan, men då man ej kände trilobiter från vår yngsta alunskiffer lämnade följaktligen det gifna rättesnöret i detta fall oss i sticket. När meranämnda gränslinje drogs *ofvan* dictyograptusskiffern (eller här rättare »dictyonemaskiffern», i den omfattning LINNARSSON tog detta begrepp), kom gränsen mellan de båda serierna ock att sammanfalla med en skarpt markerad petrografisk gräns, något som tydligen under sådana omständigheter var tillräckligt skäl, för att man skulle räkna dictyograptusskiffern till kambrium.

Sedan MOBERG (*1890*: 1) genom undersökningar på Öland i alunskiffer ofvan dictyograptuszonen påvisat en trilobitfauna öfverensstämmande med den, hvilken BRÖGGER tidigare (*1882*) beskrifvit från Norges ceratopygeskiffer och ansett närmast bära ordovicisk prägel, kom emellertid frågan i ett annat läge. Och efter det att MOBERG vidare dels (*1900*, s. 528) kunnat ådagalägga att »alunskiffer till vexlande mäktighet och å vexlande horizonter företräder Ölands ceratopygekalk», dels (*1898*: 2) i dictyograptusskiffern vid Sandby anträffat en trilobit, ***Hysterolenus Törnquisti*** MBG, hvilken kan betraktas som en kollektivform, erinrande om flera af de i ceratopygekalken och yngre lager uppträdande släktena, fick man slutligen erforderliga data för ett bestämdt uttalande om, till hvilken serie dictyograptusskiffern är att räkna. MOBERG ville sålunda räkna dictyograptusskiffern, såsom varande en graptolitfacies af ceratopygeregionens undre del, till ordovicium. Genom antagande af hans förslag kommer också graptoliternas första massuppträdande att sammanfalla med den ordoviciska lagerseriens början.

Enligt MOBERG borde ett schema öfver gränslagren mellan kambrium och ordovicium erhålla följande utseende:



[1]) Till en början ville MOBERG (*1890*: 1, 2) förlägga gränslinjen ifråga så högt upp, att ceratopygeskiffern skulle komma att bilda kambriums öfversta lag, ett förslag, som han emellertid snart åter öfvergaf.

Sedan den tid, då detta förslag framlades, har visserligen äfven en trilobit af kambrisk typ af WIMAN [1]) anträffats i dictyograptusskiffern och å andra sidan sådana af ordovicisk prägel funnits i acerocarezonen (se »Artbeskrifningen»), men detta kan, såsom för öfrigt WIMAN framhöll redan då han omtalade sitt nyssnämnda fynd, tydligtvis på intet sätt anses tala mot ofvanstående af MOBERG lämnade lagindelning. Tvärtom torde densamma nu vara antagen af det stora flertalet skandinaviska silurgeologer. TÖRNQUIST yttrar därom: »This proposition seems to be worthy of all consideration as concerns Scandinavia, and will, possibly, prove practicable in foreign countries too [2]). Och i själfva verket ha äfven utländska författare [3]) tagit till orda för genomförande af detta förslag utanför Skandinavien.

Till den här lämnade öfversikten öfver dictyograptusskifferns allmänna stratigrafi, har jag endast att tillägga, att enligt mina egna undersökningar, för hvilka i det följande redogörelse lämnas, dictyograptusskiffern i vårt land synes kunna indelas i tre olika subzoner nämligen:

subzon med *Dictyograptus flabelliformis* var. *norvegica* och *Bryograptus Kjerulfi*,
» » *Clonograptus tenellus* med var. och *Bryograptus Hunnebergensis*,
» » *Dictyograptus flabelliformis* forma typica.

Äfven om nämnda subzoner ej allestädes äro fullt distinkt skilda, kan det dock sägas, att de väl angifva den allmänna gången af faunans utveckling.

---

[1]) WIMAN *1902*: 2.
[2]) TÖRNQUIST *1901*, s. 8.
[3]) Jfr GROOM *1902*, s. 130.

Lokalbeskrifning.

A. Skåne.

I Skåne anträffas dictyograptusskiffer fast anstående i Fogelsång-Sandby-området (på flera ställen), vid Tosterup (Stengrafshus), vid Flagabro nära Smedstorp samt vid Jerrestad (Neckebo), på hvilka orter den antingen är blottad eller i hvarje fall lätt tillgänglig.

Äfven från flera andra lokaler inom nämnda provins har ifrågavarande zon blifvit omnämnd. Sålunda omtalas den af TULLBERG (*1880*: 1, s. 40) från Kiviks-Esperöd (Kvasa), där den likväl på senare tid ej återfunnits. Äfven i beskrifningen till kartbladen Vidtsköfle, Karlshamn och Sölvesborg [1]) uppgifvas lösa stycken af alunskiffer med *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. och *Obolella* cfr *Salteri* HOLL jämte en *Bryograptus* eller *Dichograptus* förekomma så talrikt strax NV om Kvasa, att skiffern ifråga måste vara anstående på stället.

Vidare uppgifver TULLBERG (*1882*: 1, s. 21), att skiffern ifråga anträffats äfven vid Andrarum (nära Kaneledshuset) och Gislöf, från förstnämnda lokal dock, enligt senare uppgift af samma författare (*1882*: 3, s. 23), endast i lösa block. Ej heller vid Gislöf har dictyograptusskiffern under senare tid anträffats i fast klyft. I beskrifningen till kartbladet Simrishamn [2]) uppgifves nämligen, att *Dictyograptus flabelliformis* vid Gislöf endast funnits i ett löst stycke orstenskalk. Vid Gislöfshammar har emellertid Professor TÖRNQUIST, enligt hvad han benäget meddelat, en gång i tiden funnit talrika lösa alunskifferstycken med *Dictyograptus flabelliformis* och *Clonograptus* i mängd, hvarför dictyograptusskiffern tvifvelsutan torde anstå såväl på halfön, fastän där täckt af sand, som på hafsbottnen N och S därom.

Dictyograptusskiffer är måhända också till finnandes vid Åkarpsmölla. MOBERG och MÖLLER omtalar nämligen (*1898*, s. 225) därifrån en af *Ceratiocaris*-fragment fylld alunskiffer, som synes stämma helt öfverens med en af mig vid Jerrestad anträffad, hvilken där ligger direkt på zonen med *Bryograptus Kjerulfi* LAPW.

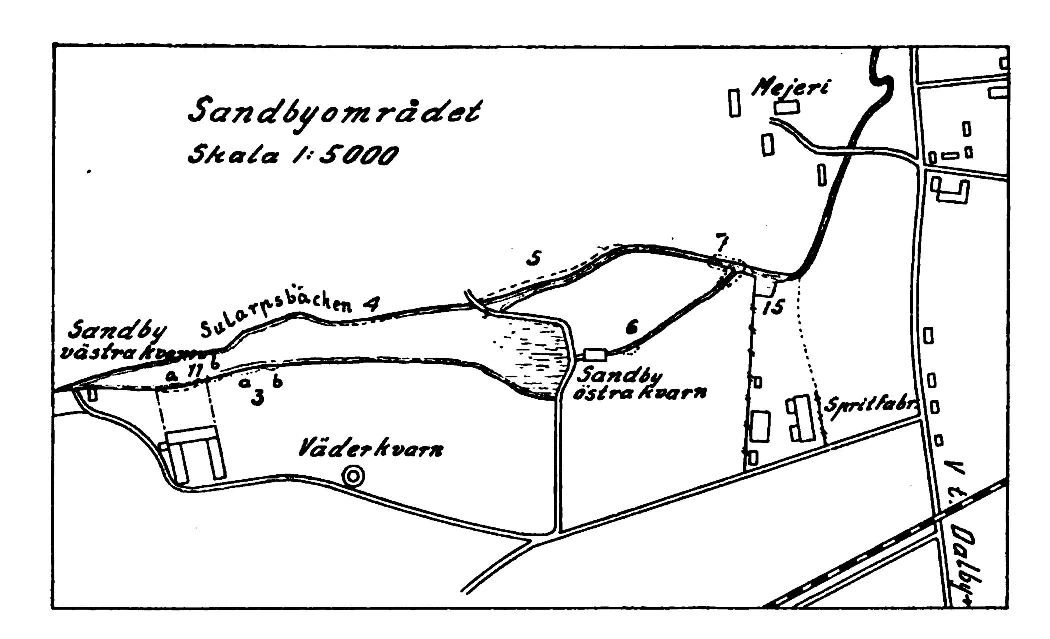
---

[1]) DE GEER *1889*, s. 15.
[2]) HOLST *1892*, s. 21.

1. Sandby och Fogelsång.

Vid Sandby och det närbelägna Fogelsång har dictyograptusskiffer anträffats fast anstående på flera ställen, hvilka i Mobergs »Geologisk Vägvisare inom Fogelsångstrakten» äro betecknade såsom *F 7*, *F 4*, *E 18*, *E 19*, *H 1* och *H 2* (se följande kartskisser). På flera af dessa ställen är skiffern lätt tillgänglig, hvarför den ock tidigt ådragit sig geologernas uppmärksamhet.

Historik. År *1865* omtalar Törnquist (sid. 6) den Ö om **Sandby** östra kvarn i bäckens botten och sidor (Mobergs lokal *F 7*) anstående alunskiffern, från hvilken han anför *Dictyograptus* och *Olenus*, den förre bäst bevarad i skiffern, den senare förekommande nästan uteslutande i orsten inlagrad i skiffern. Vid denna tid särskilde



man som bekant ännu ej dictyograptusskiffern såsom en särskild olenidskiffern öfverlagrande zon, något som, såsom förut nämnts, först tio år senare föreslogs af Linnarsson. Samtidigt återkommer Törnquist (*1875*, s. 51 o. 52) till alunskiffern vid Sandby. Då han här funnit *Acerocare ecorne* Ang. på högre nivå än dictyograptusskiffern och Angelin härifrån äfven anför *Olenus gibbosus* Wahl., framkastar Törnquist den förmodan, att här möjligen finnes en förut ej anmärkt förkastning.

1882 lämnar Tullberg i sitt arbete Skånes graptoliter I en utförlig redogörelse för lagerföljden inom Skånes silur och angifver då, att dictyograptusskiffern vid Sandby öfverlagras af zonen med *Ac. ecorne* Ang. Denna åsikt frånträder han emellertid genast, i ett arbete af följande år[1]), då han förlägger zonen

[1]) Tullberg *1883*, s. 247.

med *Acerocare ecorne* under zonen med *Dictyograptus flabelliformis* Eichw. Att den förra af dessa båda zoner vid Sandby intar en högre nivå än den senare anser han, i likhet med hvad Törnquist förut antydt, möjligen bero på en förkastning.

Sistnämnda uppfattning af de meranämnda zonernas inbördes läge återfinnes ock i beskrifningen till kartbladet Lund[1]). Häri förekommer emellertid den felaktiga uppgiften att *Olenus* skulle finnas i orsten *inom* lag med *Dictyograptus*, en uppgift tvifvelsutan hämtad från Törnquists ofvannämnda afhandling af *1865*[2]).

1896 omtalas ånyo ifrågavarande skiffer, nämligen af Moberg. Han angifver nu att dictyograptusskiffern vid Sandby anstår, ej endast på den förut kända lokalen Ö om kvarnen (*F 7*), utan äfven invid norra bäckbrinken i bottnen af kanalen cirka 125 m VNV om samma kvarn (*F 4*); den uppgifves emellertid här vara mycket svårtillgänglig.

Två år senare lämna Moberg och Möller (*1898*) en detaljerad redogörelse för dictyograptus- och acerocarezonerna vid Sandby. Från de östligaste dictyograptusskikten (*F 7*) anföras *D. flabelliformis* Eichw., *Obolella Salteri* Holl, *Protospongia fenestrata* Salter samt en i ett orstensband i skiffern anträffad trilobit, i ett senare arbete[3]) beskrifven under namn af *Hysterolenus Törnquisti* Mbg. Den alunskiffer, som längst i V å lokal *F 7* täcker de dictyograptusförande skikten, uppgifves vara »alldeles fylld af små, något spolformiga kroppar, med rhombiskt tvärsnitt, nående ungefär ett hafrekorns storlek och bestående af kristallinisk tungspat».

År *1906* beskrifver Moberg[4]) från nyssnämnda orstensband ännu ett par arter, nämligen *Hysterolenus? levicauda* Mbg och *Capulus? simplex* Mbg.

Dictyograptusskiffern träffas vid kvarnrännans och bäckens förening (100 m NO om Sandby östra kvarn) i bäckens botten och sidor och kan härifrån följas cirka 10 m uppför såväl bäcken som kvarnrännan samt åt motsatt håll ungefär 15 m österut i bäckfåran. Lagren ha västlig stupning, ej öfverstigande 10°. Vid kvarnrännans och bäckens förening finnes ett 0.25 m mäktigt band af skiffrig orsten, i hvilket Moberg utom *Dictyograptus flabelliformis* och *Obolus Salteri* äfven funnit ofvannämnda båda *Hysterolenus*-arter och *Capulus*. *Dictyograptus flabelliformis* anträffas såväl i den öfver- som underlagrande skiffern, i den förra synnerligen ymnigt i ett par skikt, i den senare mera sparsamt, men därför också i tydligare exemplar. — 5 à 10 m Ö om den punkt där alunskiffern upphör, har Moberg[5]) observerat en rad af 4 orstenar öfvertvärande bäcken i nordvästlig riktning. I en af dessa, som träffades i södra bäckbrinken, har han funnit sparsamma fossil nämligen en Leptoplastid, *Parabolina*, *Agnostus*, *Megalaspis?* samt hufvud och pygidium af en *Niobe*. Af de öfriga orstenarne sprängdes två stycken; den ena var grofkristallinisk och alltså fossilfri, under det att den andra förde *Ac. ecorne*.

---

[1]) De Geer *1887*, s. 12.

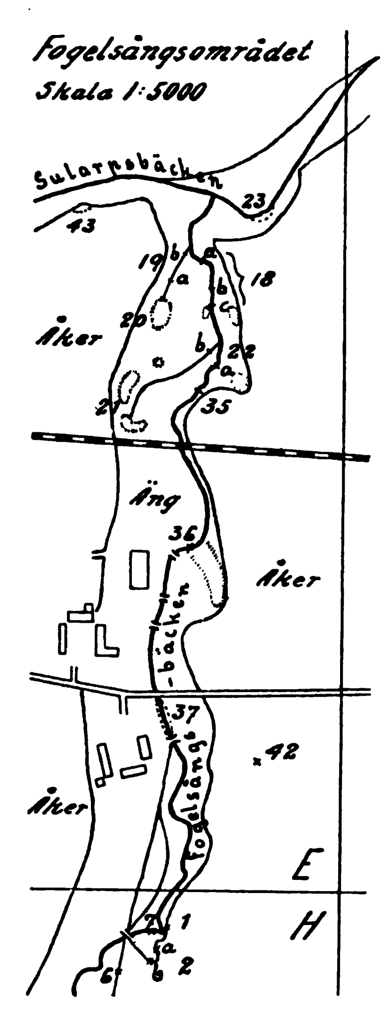
[2]) Se ock Moberg och Segerberg *1906*, s. 31, not 1.

[3]) Moberg *1898*: 2

[4]) Moberg och Segerberg *1906*.

[5]) Moberg och Möller *1898*, s. 215 och Moberg *1900*, s. 532—533.

Ehuru dessa orstensbollar följaktligen ej äro af samma ålder och sålunda ej, såsom först antogs, *alla* kunna ha legat fast i skiffern, anser MOBERG dock, att den af honom undersökta asaphidförande orstenen otvifvelaktigt befann sig i sitt ursprungliga läge. Tillhörande acerocarezonens öfversta del, skulle den alltså utgöra det direkta liggandet till dictyograptus-zonen, en förmodan, som i viss mån bestyrkas af följande



Senare iakttagelser. Några m Ö om det ställe, där nyssnämnda orstensboll anträffades, gräfdes för några år sedan S om bäcken och omedelbart intill densamma en bassäng (kartans *F 15*) för Sandby spritfabriks räkning, hvarvid fast anstående alunskiffer med orstensbollar anträffades på omkring 1 m:s djup. I denna skiffer ha funnits ***Parabolina*** (*heres?*) och ***Acerocare granulatum*** samt i orstensbollarne ***Euloma primordiale*** n. sp., en stor ***Acerocare*** och en ***Megalaspis?*** sp.

Vi komma nu i ordningen till de vid **Fogelsångsbäcken** belägna fyndorterna och göra därvid början med redogörelse för

De nordliga lokalerna.

Historik. Dessa, som träffas dels i det från nordligaste kalkstensbrottet ledande diket, dels i Fogelsångsbäcken strax S om dikets mynning, äro sedan längst tillbaka kända (MOBERGS lokaler *E 18* och *E 19*. Se ock NILSSON och TELLANDER *1900*, s. 423). De omtalas nämligen redan af TÖRNQUIST, (*1865*), som från skiffern å *E 18* anför glänsande brachiopodskal jämte en och annan graptolit. Då skiffern i diket, *E 19*, vid tiden för TÖRNQUISTS undersökning var vida bättre tillgänglig, än hvad nu är fallet, anföres här hans beskrifning af densamma. Lagren »ha en betydlig stupning mot söder, så att man, gående i denna riktning, alltjemt kommer till högre hvarf. Ett stycke uppåt förlorar alunskiffern sin bitumenhalt och liknar en lerskiffer. De glänsande brachiopodskalen, som här äro mycket små, förekomma till den mängd, att de nästan täcka de löstagna skifferstyckena. Aftryck, liknande dem af Dictyonema, finnas på samma ställe. Öfverst vexla tunna band af kalk med skiffern, som något högre upp åter blir bituminös. Sannolikt tillhör denna alunskiffer en senare tid än Sandbyskiffern och motsvarar möjligen det af Sedgwick urskiljda, men först i senare tider till sitt relativa läge närmare bestämda Skiddawlagret.»

Under en resa i Skånes silurtrakter 1874 besökte LINNARSSON ock dessa lokaler och anför [1]) från alunskiffern i det redan då till stor del igenväxta diket (*E 19*) *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. och *Obolella Salteri* HOLL.

[1]) LINNARSSON *1875*, sid. 267.

1875 omtalar Törnquist i förbigående åter dessa lager, hvarvid han från alunskiffern i diket *(E 19)* anför en *Didymograptus* förekommande tillsammans med *Obolella Salteri* Holl. Tvifvelsutan afses med nämnda *Didymograptus* ej annat än unga, ännu ej förgrenade, individ eller ogrenade varieteter af *Bryograptus Hunnebergensis* (se härom närmare i artbeskrifningen).

I sitt arbete af *1883* säger Tullberg, att zonen med *Dictyograptus flabelliformis* i sin öfre del äfven innehåller en *Bryograptus*, som står nära *B.* (*Dichograptus) flexilis* Hall, ett yttrande, som kan åsyfta de nordligaste lagren i Fogelsångsbäcken (Mobergs lokal *E 18 a*) eller, och detta måhända lika sannolikt, de därmed likåldriga lagren vid Jerrestad eller Flagabro.

I beskrifningen till kartbladet Lund[1]) hänföras de ifrågavarande Fogelsångslagren till »lag med *Tetragraptus*», d. v. s. till undre didymograptusskiffern, en åsikt, till hvilken äfven Moberg (*1896*), om ock med tvekan, anslöt sig.

För att fastställa det stratigrafiska läget af denna af *Clonograptus* cfr *flexilis* karaktäriserade skiffersvit upptogo författaren och Tellander *1900* en profil genom den höga västra bäckbrinken vid lokal *E 18 a*, hvarvid konstaterades att hängandet till den nämnda skiffersviten utgöres af lager med *Dictyograptus flabelliformis* Eichw. var. *norvegica*, hvadan den följaktligen ingår som ett led i dictyograptuszonen.

Sedan *Bryograptus Callavei* Lapworth genom Elles och Wood *1902* blef närmare känd, insåg jag att denna art, som af dem kallades *Clonogr. tenellus* var. *Callavei* Lapw., var identisk med det fossil, som hos oss dittills varit kändt såsom *Clonogr.* cfr *flexilis* Hall. Denna identifiering meddelades *1906* genom Moberg och Segerberg.

Senare iakttagelser. Strax S om den punkt *(E 18 a)*, där det lilla från Fogelsångs nordligaste kalkstensbrott kommande diket utmynnar i Fogelsångsbäcken, anstår i denna senares botten och västra brink en tämligen horisontellt lagrad alunskiffer, som härifrån med ett och annat afbrott kan följas ett 50-tal meter uppför bäcken till *E 18 c.* Skiffern innehåller här och hvar bollar och band af fossiltom grofkristallinisk orsten. I somliga skikt af denna skiffer träffas *Clonograptus tenellus* var. *Callavei* synnerligen allmänt, hvarjämte *Bryograptus Hunnebergensis* Moberg med var. ej heller är sällsynt; *Obolus Salteri* Holl är äfvenledes tämligen talrik. Faunan är densamma hela vägen fram. Såsom ofvan nämnts, har en profil upptagits i den västra bäckbrinken vid *E 18 a.* Därvid anträffades något ofvan bäckens nivå bollar och band af kristallinisk orsten, hvilken öfverlagrades af en nära vågrät alunskiffer, hvars undre del, till en mäktighet af 1,20 m befanns innehålla *Obolus Salteri* Holl, tämligen ymnigt, *Lingulella lepis* Salter? och *Acrotreta* sp., sparsamt, samt ett exemplar af en stor ostrakod, *Eremos bryograptorum* n. g. et n. sp.; i den öfre, 15 à 20 cm mäktiga delen fanns *Dictyograptus flabelliformis* var. *norvegica* i mängd. Sammanlagda mäktigheten af de i den upptagna profilen blottade skiffrarne uppgick till ungefär 2 m. Denna profil har i viss mån supplerats

[1]) De Geer *1887*, sid. 13.

genom gräfning i brinken till det strax V därom befintliga diket, mellan lokalerna *E 19 a* och *E 19 b*. Här blottades en nästan vågrät alunskiffer med *Dictyogr. flabelliformis* var. *norvegica* och *Bryogr. Kjerulfi* i omväxlande lag. Dessutom funnos äfven *Obolus Salteri* HOLL och *Lingulella lepis* SALTER?

De sydligaste lokalerna.

De båda öfriga ställen (*H 1* och *H 2 b*) inom denna trakt, på hvilka dictyograptusskiffer funnits anstående, ligga på Fogelsångsbäckens östra sida, omkring 175 m S om vägen mellan Fogelsång och Sandby, helt nära hvarandra och skilda endast genom en diabasgång, å kartskissen betecknad som *H 2 a*. Lagren ifråga anträffades 1882 af v. SCHMALENSEE och omnämndes första gång följande år af TULLBERG (*1883*, sid 247). Genom Lunds Geologiska Fältklubbs arbeten i Fogelsångstrakten har därefter en mera detaljerad kännedom om desamma erhållits [1]). Skiffern, som vid *H 1* stupar 10° i SV, är till färgen mörkgrå och för i sin öfversta del *Bryograptus Kjerulfi* LAPW. och på en lägre nivå *Dictyograptus flabelliformis* var. *norvegica* KJERULF. Vid *H 2 b* har den befunnits vara konkordant öfverlagrad af Shumardiazonen. Skiffern är numera hart när otillgänglig.

Af ofvanstående framgår, att här å Fogelsångsbäckens sydligaste lokaler för dictyograptusskiffer endast zonens yngsta afdelning varit tillgänglig.

2. Flagabro.

Historik.

Skiffer med *Dictyograptus flabelliformis* omtalas från det 2 km NNO om Smedstorps kyrka belägna Flagabro för första gång i all korthet af TÖRNQUIST *1875*. Ej heller senare författare, som i förbigående omtala fyndorten, ha något af mera intresse att därifrån anföra. Jag vill därföre endast omnämna, att man, enligt beskrifningen till kartbladet Simrishamn (HOLST *1892*), vid Flagabro finner bollar af tungspat i skiffern samt att FEARNSIDES *1907* uppgifver, att man i härvarande dictyograptusskiffer synnerligen väl (»in all details») kan följa en fortgående mutation af *Dictyograptus*-typen, en uppgift, om hvilken jag skall närmare yttra mig i den följande artbeskrifningen.

Lagren ifråga äro tillgängliga omedelbart nedanför Flagabro kvarn, såväl i bäckfåran som i kvarnrännan, bäst i den senare. I denna kunna de följas utan afbrott på en sträcka af något mer än 250 m från kvarnen räknadt. Lagerställningen är i det allra närmaste horisontell; mot kvarnen till kan dock förmärkas en svag östlig samt längst från kvarnen en obetydlig sydvästlig eller västlig stupning. Trots det att skiffern är blottad och genomskuren på så lång sträcka, blir också de genomskurna lagrens sammanlagda mäktighet tämligen ringa; den torde knappast uppgå till mera än 2 m. Hvarken hängandet eller liggandet till denna skiktserie har kunnat iakttagas.

I större delen af detta skiktkomplex är *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. forma typica allmän. Endast i de längst i sydväst anstående, yngsta lagren synes den

---

[1]) MOBERG och SEGERBERG *1906*, sid. 52.

saknas. *Clonograptus tenellus* Linrs. med dess båda varieteter, *Callavei* Lapw. och *hians* Mbg, af hvilka den förra är den ojämförligt allmännaste, gå genom hela skiktserien. I de längst bort från kvarnen anstående lagren tillkommer *Bryograptus Hunnebergensis* Mbg. Vidare anträffas på denna lokal *Obolus Salteri* (i mängd), *Lingulella lepis?* och *Protospongia fenestrata*, de båda senare i enstaka exemplar [1]).

3. Tosterup.

Historik.

Dictyograptusskiffer i fast klyft är sedan länge känd från Stengrafshus, omkring 1 km NNO om Tosterups gård. I »Anteckningar från en resa i Skånes Silurtrakter år 1874» omtalar Linnarsson, att han på ifrågavarande ställe observerat en mot norr starkt stupande alunskiffer, som innehåller i mängd en *Dichograptus* med mycket talrika, slankiga grenar och *Obolella Salteri*. Han drager af förhållandena vid Jerrestad den slutsats, att skiffern vid Stengrafshus ligger ofvanpå alunskiffer med *Dictyograptus*.

Egna iakttagelser.

Vid ett i sällskap med prof. Moberg för några år sedan företaget besök, funno vi här ett litet obetydligt skifferbrott öppnadt i åkern några meter S om det här belägna kalkstensbrottet. Bergarten, som användts för väglagning, var en på mer eller mindre vittrad svafvelkis rik, rostig alunskiffer, hvilken stupade 40° i NNO. Häri anträffades *Clonograptus tenellus* Linrs. forma typica sparsamt samt *Cl. tenellus* var. *Callavei* Lapworth i mängd. Vidare funnos *Obolus Salteri* Holl ymnigt samt enstaka exemplar af *Lingulella lepis* Salter?, *Acrotreta* sp. och de långa nålliknande kroppar, som beskrifvas å. sid. 72. Skiffergropen har sedan igenfyllts, och någon alunskiffer är här för närvarande ej blottad.

Stuffer från denna lokal, förvarade bland Geol.-mineralog. Institutionens i Lund äldre samlingar, visa att här äfven funnits *Dictyograptus flabelliformis* Eichw. forma typica; troligen äro dessa stuffer tagna något litet nordligare, i omedelbara närheten af den i äldre tider väl blottade förkastningslinje, som här framgår mellan orthocerkalken och dictyograptusskiffern.

4. Jerrestad.

Historik.

I »Anteckningar från en resa i Skånes Silurtrakter år 1874» omtalar Linnarsson *(1875)* för första gång hithörande skiffrar från denna trakt. Af de utmed

[1]) I Mobergs och Segerbergs ofvan citerade arbete omtalas, sid. 61, enligt af mig lämnad uppgift, att *Bryogr. Kjerulfi* Lapw. anträffats vid Flagabro. Så är emellertid ej fallet. De två exemplar, som lågo till grund för min uppgift, ha nämligen vid noggrannare granskning visat sig endast vara unga individ af *Dictyograptus flabelliformis*, hvilken på ett tidigt utvecklingsstadium är förvillande lik *Bryogr. Kjerulfi* och stundom kanske omöjlig att skilja från denna. Att likväl *Bryograptus Kjerulfi* äfven förekommer vid Flagabro torde vara mer än sannolikt, fast den ännu ej där af mig anträffats.

Jerrestadsån nedanför Neckebo belägna fyndorterna för fast anstående silur omnämner LINNARSSON de lokaler, som å kartskissen, sid. 25, betecknats med siffrorna *1—8*. Vid lokal *2* har han i själfva åbrädden iakttagit en mot NNV lindrigt stupande alunskiffer med *Dictyograptus flabelliformis* EICHW., *Dichograptus* sp. och *Obolella Salteri* HOLL. Från de sammanhängande lokalerna *4* och *5* anför han ur de lägre skifferhvarfven *Dictyograptus*, ur de högre *Dichograptus* och *Obolella Salteri*.

Att LINNARSSON äfven observerat förekomsten å lokal *3*, framgår tydligt af de af honom härifrån anförda stupningsförhållandena. Efter hvad jag funnit, innehåller den där anstående skiffern fragment af *Parabolina* m. fl. trilobiter. Att LINNARSSON dock räknade den till dictyograptusskiffern är mycket ursäktligt, enär fossil här i regel förekomma synnerligen sparsamt.

Den af *Dichograptus* och *Obolella Salteri* karaktäriserade öfre delen af dictyograptusskiffern anföres äfven från lokal *8*[1]. LINNARSSON omtalar att därvarande skiffer närmast öfverlagras af »vexlande band af en ljusare skiffer och af en grå, till en del glaukonitförande kalk», hvilken betraktas som representant för ceratopygeregionen.

Samma år som LINNARSSONS ofvan anförda arbete utkom, besökte TÖRNQUIST de omtalade fyndorterna vid Jerrestad, och i berättelsen om denna sin resa [2]) bekräftar han LINNARSSONS ofvan citerade uppgifter, utan att till dem göra något tillägg.

I beskrifningen till kartbladet Simrishamn [3]) omnämnas ock ifrågavarande fyndorter för fast anstående silur utmed nedre delen af Jerrestadsån, men på den däri införda af MOBERG upprättade kartan öfver de kambrisk-siluriska lagren i Tommarpsdalen återfinnes af fyndorterna för dictyograptusskiffer endast *en* (lokal *3* å MOBERGS karta) motsvarande mina lokaler *3—5*.

År *1898* beskrifva MOBERG och MÖLLER *Acerocare paradoxum*, hvilken vid Jerrestad anträffats »tillsammans med *Parabolina heres* uti en större jordfast orsten, som år 1892 af MOBERG påträffades liggande på dictyograptusskiffern».

Egna iakttagelser.

Lokal 1. Här anstår såväl i åns botten som i östra brinken till en höjd af åtminstone 2 à 3 m öfver åbottnen en ljus, gröngrå skiffer förande *Phyllograptus densus* TÖRNQ., *Didymograptus patulus* HALL [4]) och *Isograptus gibberulus* NICH., den senare endast i små exemplar. Skiffern tillhör alltså TÖRNQUISTS zoner *c* och *d*, d. v. s. öfre delen af undre didymograptusskiffern.

---

[1]) Visserligen uppgifver LINNARSSON sin fyndort ligga söder om Jerrestads kvarn och i västra åbrädden, något som ej passar in på min lokal *8*, enär denna ligger öster om kvarnen och i östra åbrädden. Att LINNARSSON dock verkligen åsyftat den af mig angifna lokalen är ej att betvifla: *söder* om kvarnen anstår nämligen trinucleusskiffer. I stället för vestra har *venstra* åbrädden menats; den skillnad, som finnes mellan våra ortsbestämningar, beror sålunda endast på en felskrifning från LINNARSSONS sida.

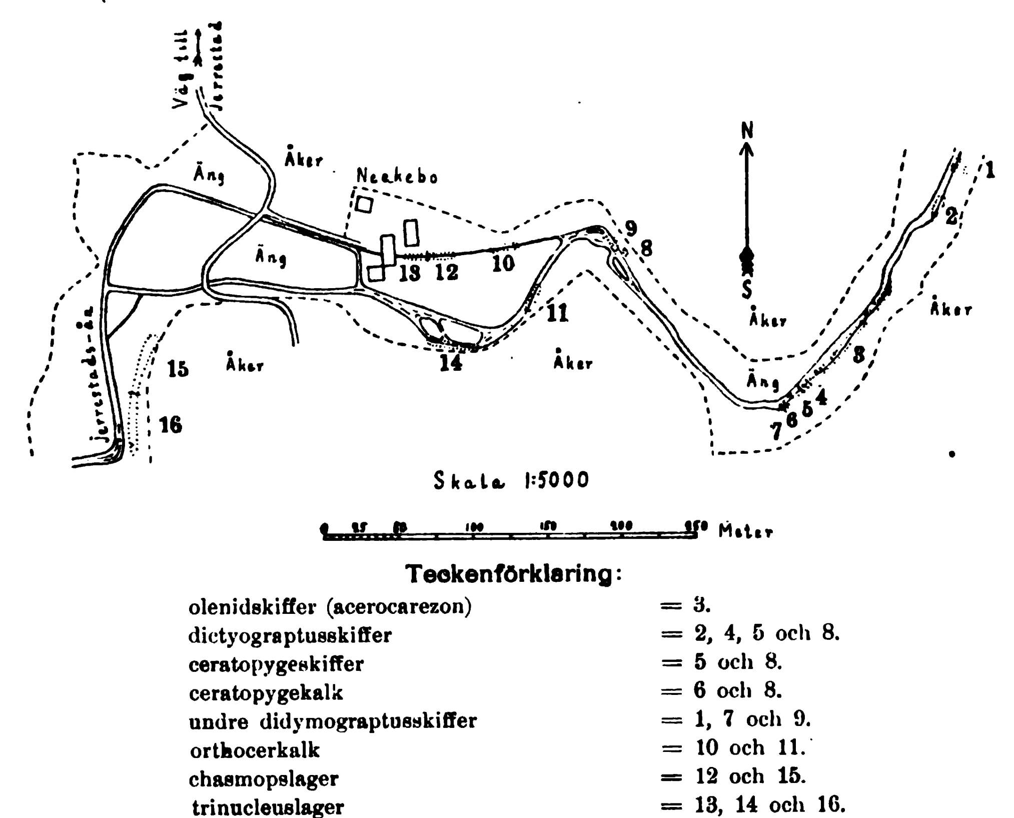
[2]) TÖRNQUIST *1875*.

[3]) HOLST *1892*.

[4]) TÖRNQUIST uppger *1904*, s. 28, att *Didymograptus patulus* HALL är inskränkt till hans zon *d*, d. v. s. till zonen med *Isograptus gibberulus*. Här förekommer den dock äfven tillsammans med *Ph. densus*.

Lokal 2. Strax SV om de nämnda lagren har man alunskiffer tillgänglig i åns botten på en sträcka af 14 m invid högra åbrädden. Längst i SV är skiffern vågrät eller har den svag västlig stupning, hvilken mot NO öfvergår till nordlig. Sammanlagda mäktigheten af de i denna profil blottade lagren öfverstiger ej $^{1}/_{2}$ m. I de undre skikten uppträder *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. ymnigt tillsammans med fragment af en *Clonograptus*, i de öfre åter synes *Dictyograptus* saknas, eller åtminstone vara helt sällsynt, hvaremot *Clonograptus tenellus* var. *Callavei* samt *Cl. tenellus* var. *hians* förekomma i mängd, oftast helt täckande skiktytorna. I denna öfre horisont finnes vidare *Bryograptus Hunnebergensis* MBG,

Kartskiss öfver **Jerrestadsområdet** upprättad 1905.



hvarjämte ett par exemplar af *Cl. tenellus* var. *grandis* n. v. här anträffats. Längst i NO, alltså i de öfversta lagren, funnos de å taflan II, fig. 27, afbildade nålliknande kropparna. Enstaka exemplar af *Obolus Salteri* HOLL finnas hela skiffersviten igenom.

Lokal 3. Ungefär 65 m längre uppför ån är alunskiffer åter tillgänglig i högra åbrädden, och kan den härifrån utan afbrott följas omkring 100 m eller i det närmaste fram till den punkt, där ån böjer af mot nordost. Till en början har skiffern helt svag, nordlig eller nordnordostlig stupning, blir därefter, där bäckfåran har sin största bredd (vid siffran *3*), horisontell, hvarefter den så småningom antar sydvästlig

stupning, till en början svag, därefter starkare, till dess den vid siffran *5*, genomdragen af en mängd slintytor, står nästan lodrätt. Ofvanför (d. v. s. SV om) denna punkt är stupningen åter svagt sydvästlig.

De äldsta här tillgängliga lagren äro alltså att finna vid siffran *3*. Visserligen äro fossil mestadels mycket sällsynta, men i ett och annat skikt träffas dock sådana ganska rikligt. I skiffer lösbruten från åns botten vid nämnda siffra har jag funnit *Parabolina heres* Brögger, *Megalaspis?* sp., *Agnostus* sp. och *Orthis* sp. Omkring 1 m ofvan åbottnen ses i högra brädden en stor orstensboll, hvari *Parabolina heres*, *Acerocare micropygum* och *A. paradoxum* förekomma, de två förstnämnda i mängd. Detta är just den orstensboll, hvilken såsom förut nämnts Moberg och Möller omtalat och hvilken de antagit ligga på dictyograptusskiffer. Af ofvanstående framgår emellertid, att äfven de i åns botten anstående lagren tillhöra acerocarezonen, och jag har sedermera genom gräfning verkligen förvissat mig om, att dessa lager och den meranämnda orstenen befinna sig i orubbadt sammanhang [1].

15 à 20 m nedanför (NO om) denna punkt anträffas i skiffern enstaka fragment af *Parabolina*, men längre bort i samma riktning ha fossil däri ej observerats.

Följer man åter skiffern i åbottnen från meranämnda orstensboll *uppför* strömmen, då man alltså kommer till alltjämt yngre lager, visar skiffern sig till en början fossiltom, men för i somliga skikt ymnigt med de små spolformiga kroppar, som flerestädes på olika nivåer förekomma inom alunskifferns öfre del, se s. 73.

Lokal 4. 20 m ofvanför (SV om) orstensbollen börjar emellertid *Dictyograptus flabelliformis* uppträda och tilltar i talrikhet i de öfverliggande skikten, i hvilka snart äfven *Clonograptus* samt *Bryograptus Hunnebergensis* tillkomma.

Lokal 5. 30 m från orstenen med *Acerocare* stupar, som redan nämndt, den hårdt pressade skiffern så starkt, att den slutligen står nära lodrätt. Den innehåller här *Dictyograptus flabelliformis* var. *norvegica* samt *Bryogr. Kjerulfi*. Bortom denna punkt fortsätter åter alunskiffer, men den har nu ånyo svag sydvästlig stupning. Äfven denna skiffer för till en början de sistnämnda båda fossilen. Den lilla dislokation, som här förefinnes, har alltså en helt ringa språnghöjd. — I de öfverliggande skikten (längre mot SV) saknas *Bryograptus* och *Dictyograptus*, men däremot äro somliga skiktytor nästan helt täckta med fragment af *Ceratiocaris scanicus* n. sp. samt *Obolus Salteri* och *Lingulella lepis?*; äfven enstaka svafvelkisnålar ha observerats från denna horisont, hvilken jag räknar som en motsvarighet till ceratopygeskiffern.

Lokal 6. Alunskiffern öfverlagras af en mörkgrå lerskiffer och en grå, tät

---

[1]) Fearnsides omtalar (*1907*, sid. 262), att han vid Jerrestad i acerocarezonen funnit en orsten, som var full med *Niobe* och förmodligen *Symphysurus*. På denna plats, som jag undersökt synnerligen noggrannt, har jag ej observerat någon annan fast orsten än den nämnda. Mig synes därför Fearnsides' uppgift högst osannolik. I allmänhet må angående de uppgifter, som Fearnsides lämnat om svenska förhållanden, anmärkas, att de i flera fall äro uppenbart oriktiga. Då icke dess mindre äfven i fortsättningen af detta mitt arbete flerstädes uppgifter, härrörande från samma källa, komma att anföras, anser jag mig böra framhålla att dessa, där de ej öfverensstämma med förut från annat håll kända fakta, under alla omständigheter äro att upptaga med största försiktighet.

kalksten i omväxlande band, af hvilka det öfversta har en tjocklek af 0,18 m. Hela mäktigheten af denna zon torde obetydligt öfverstiga 1/2 m. Den är tillgänglig i åns botten nära den stora kröken. Tyvärr ha i dessa lager endast obestämbara trilobitfragment, ett par brachiopoder samt en orthoceratit observerats. Visserligen saknas alltså tillräckliga paleontologiska hållpunkter för bestämmandet af den geologiska åldern af denna zon, men på grund af dess stratigrafiska läge emellan ceratiocarisskiffern och den nedan nämnda undre didymograptusskiffern måste den tillhöra ceratopygeregionens öfre afdelning eller, närmare bestämdt, ceratopygekalken i egentlig mening.

Lokal 7. Ofvan den nu beskrifna zonen följer en mörkgrå lerskiffer, af hvilken dock endast de understa skikten äro tillgängliga i åbottnen vid åkröken. I lerskiffern ha anträffats ***Didymograptus balticus*** TULLBERG, ***D. geometricus*** TÖRNQ., ***D. constrictus*** HALL, ***Tetragraptus quadribrachiatus*** HALL och ***Schizograptus rotans*** TÖRNQ.; den tillhör alltså TÖRNQUISTS zon *b* af den undre didymograptusskiffern.

Lokal 8. Ett stycke närmare Neckebo har, genom gräfning i den branta och höga brinken öster därom, alunskiffer blottats på åns vänstra sida. I densamma ha observerats ***Bryograptus Kjerulfi, Obolus Salteri*** och ***Lingulella lepis?*** samt, i dess öfre del, talrika fragment af ***Ceratiocaris scanicus.*** Denna fyndort har, såsom förut nämnts, observerats af LINNARSSON *1874*, då skiffern emellertid torde varit lättare tillgänglig än nu. Han har här ock iakttagit, att alunskiffern öfverlagras af en ljusare skiffer och grå kalk, samma lager som nu varit att se vid ***lokal 6.***

Lokal 9. Omedelbart V om *lokal 8* anstår i åns botten en grå lerskiffer af samma utseende och ålder som den från *lokal 7* beskrifna. I densamma ha iakttagits ***Didymograptus balticus*** TULLB., ***D. constrictus*** HALL, ***D. vacillans*** TULLB., ***Schizograptus rotans*** TÖRNQ. samt ***Clonograptus*** sp. Då denna skiffer ligger på en lägre nivå än den nyss omtalade alunskiffern med ***Bryograptus Kjerulfi*** och lagerställningen föga afviker från den horisontella, måste en förkastning förorsakat, att lerskiffern sjunkit i förhållande till alunskiffern. Förkastningslinjen torde förlöpa ungefär i bäckens riktning eller i NV—SO. Måhända är den från *lokal 5* anmärkta dislokationen en fortsättning af denna.

De siluriska lager, som äro blottade i ån och kanalen närmare Neckebo, såväl som V om nämnda ställe, äro såsom kartskissen visar af yngre ålder.

B. Öland.

Historik.

I ett arbete af TULLBERG från 1882 omtalas (*1882*: 2, s. 226 och 229) så vidt jag kunnat finna för första gång dictyograptusskiffer från Öland, nämligen från Horns udde, S:a Möckleby och Ottenby[1]). Utom ***Dictyograptus*** anför han från denna horisont ***Bryograptus*** sp. samt ***Obolus*** sp.

[1]) Ännu *1881* finner man hos DAMES, s. 433, uppgifvet, att dictyograptusskiffer ej förekommer å Öland.

År 1890 redogjorde MOBERG (*1890*: 1) för en i strandbrinken V om Ottenby, på ett djup af 1,4 m under »dictyonemaskifferns» öfversta skikt, förekommande fauna bestående af *Ceratopyge forficula* SARS, i enstaka exemplar, *Shumardia pusilla* SARS, i mängd, *Obolella Salteri* HOLL, en annan mindre *Obolella* samt en *Acrotreta*. Skiffern ifråga ansågs ekvivalera Norges ceratopygeskiffer.

I beskrifningen till kartbladet Mönsterås och Högby [1]) omtalas dictyograptusskiffer, utom från den tidigare af TULLBERG beskrifna lokalen vid Horn, äfven från Äleklinta i Alböke socken. Vid sistnämnda ställe ligger ofvan orstenen med *Agnostus pisiformis* här och hvar ett konglomerat, som öfverlagras af en 1,22 m mäktig alunskifferbädd, i hvars undre (omkring 0,1 m mäktiga) del *Dictyograptus flabelliformis* uppträder. Den öfre och större delen af skifferbädden uppfattas som ceratopygeskiffer. *Dictyograptus flabelliformis* uppgifves i anförda arbetet äfven vara funnen vid Grönviken (Föra socken) i ett konglomerat, liknande det vid Äleklinta och med samma stratigrafiska läge som detta, mellan orsten med *A. pisiformis* och en 1,87 m mäktig alunskifferbädd.

År 1906 lämnar WIMAN [2]) en, med ledning af J. C. MOBERGS manuskript »Beskrifning till bergartskarta öfver Ölandsdelen till bladet Ottenby» utarbetad, redogörelse för dictyograptusskiffern på södra Öland, hvilken redogörelse i dess helhet här anföres.

»Bergarten utgöres af en tämligen tjockskifvig, svagt bituminös lerskiffer med gråaktigt streck. Jämte *Dictyonema flabelliforme* EICHW., som i vissa lager alldeles täcker skiktytorna, anträffas *Obolella Salteri* HOLL. särdeles ymnigt i alla skikt. Stundom finnas i skiffern stora bollar af strålig orsten. Strax S om Grönhögens hamn kan man vid stranden få se en mängd sådana orstensbollar, mer eller mindre lösgjorda ur moderklyften.

Enär lagret i petrografiskt hänseende fullkomligt öfverensstämmer med närmast yngre lager, hvars tillvaro på Öland ej uppmärksammats, förr än kartbladets rekognoscering redan afslutats, är det för närvarande omöjligt att angifva bestämda gränser för dessa båda lager. Tillsammans bilda de hvad man i Sverige förut plägat kalla Dictyonemaskiffer.

Dennas sydligaste förekomst är omkring 1200 m. S om Ottenby i själfva hafsbrynet; därefter fortsätter den norr ut längs stranden, småningom höjande sig, så att dess öfversta skikt, ungefär 500 m. SV om nämnda gård, når 0,3 m. och V om gården 1,6 m. upp öfver hafvets yta. Efter att S om bukten mellan Ottenby och Parboäng på en sträcka af 500 m. hafva lämnat rum för ceratopygekalk, vidtager »Dictyonemaskiffern» åter och har ungefär 1,500 m. N om Ottenby gård hunnit helt och hållet upp öfver hafsytan; man träffar nämligen här olenidskiffrarna, hvilka, såsom ofvan nämnts, längs stranden fortsätta norr ut ända till i närheten af Grönhögen. Först 300 m. S om Grönhögens hamn vidtager åter »Dictyonemaskiffer» och fortsätter utmed stranden upp till Grönhögens by. Det är dock endast de lägre

[1]) MUNTHE och HEDSTRÖM *1904*.
[2]) HEDSTRÖM och WIMAN, *1906*, s. 95, 96.

skikten, således lagret med *Dictyonema flabelliforme*, som här anträffas. De öfre skikten gå nämligen i dagen betydligt längre mot Ö, utmed stora landsvägens västra sida. 300 m. N om Ventlinge kyrka träffas öfre gränsen helt nära landsvägens östra sida, undre gränsen åter ungefär 300 m. V om samma ställe. Närmast norr ut äro alla hithörande lager mestadels dolda under jordbetäckningen och gå ej i dagen förr än vid Ölands alunbruk, där de kunna iakttagas flerstädes i bottnen af de grunda dikena såväl i Ö som NO från bruket. På samma sätt finner man dem V och NV om S:a Möckleby. N härom äro lagren åter dolda under de V om landborgen befintliga åkerfälten. I ett schakt, som vid L. Smedby neddrefs invid landborgens fot, anträffades »Dictyonemaskiffern» redan på 0,6 m. djup; dess mäktighet var här ganska betydlig, 3,98 m. hvilket är så mycket märkligare, som denna bildning något längre norr ut alldeles saknas. På området S om St. Dalby ligger här och där en hård, svart skiffer med nästan grått streck och förande *Obolella Salteri* Holl.?; antagligen är den en »Dictyonemaskiffer». Sådan är också iakttagen i en kanal Ö om Kastlösa. I profilerna vid Borgby borg och Mysinge hög saknas »Dictyonemaskiffer».

Dictyonema flabelliforme har anträffats S om Grönhögen, vid S:a Möckleby vägkors (i bottnen af en brunn) och vid det ofvan omtalade schaktet vid L. Smedby. På sistnämnda ställe förekom fossilet ej högre upp än omkring 1,8 m. under »Dictyonemaskifferns» öfre yta».

Till denna redogörelse kan läggas följande

af mig gjorda iakttagelser.

I den 1890 af Moberg V om Ottenby anträffade ceratopygeskiffern har jag utom den därifrån förut kända faunan äfven funnit conodonter, säkerligen identiska med af Wiman (*1902*: 1) från det nordbaltiska silurområdet afbildade former.

Cirka 300 m N om Grönhögens by erbjudes för närvarande bästa tillfälle att på södra Öland studera dictyograptusskiffern och dess underlag. Strax invid stranden fins i den öfre delen af olenidzonen ett litet sedan flera år tillbaka nedlagdt, nu vattenfylldt, skifferbrott. Till detta skifferbrott leder ett dike, gräfdt genom alunskiffer och kommande från ett nyare, 175 m öster om det förra beläget, skifferbrott, där man gått ned cirka 2 m i dictyograptusskiffer. Som lagren ha svagt östlig stupning kommer man, då man följer diket från det äldre brottet, till allt yngre lager.

I det äldre, västliga skifferbrottet uppmättes följande profil.

4. Kalkstensband (orsten) med *Parabolina heres* Brögger .... 0,20 m
3. Alunskiffer .... 0,31 »
2. Orstensband med *Peltura cornigera* n. sp. .... 0,14 »
1. Alunskiffer ....

I den undre alunskiffern träffades ej fossil, och alldenstund vattnet i brottet nådde upp till det öfre kalkstensbandet var det omöjligt att i undre alunskiffern söka efter orstenar, som möjligen skulle kunnat lämna upplysning om dennas geologiska ålder. Då emellertid zonen med *Peltura scarabæoides* Wahl. är anstående i när-

heten, torde det vara mer än sannolikt, att skiffern ifråga, måhända med undantag af dess öfversta del, är att räkna till nämnda zon.

I det undre orstensbandet förekom *Peltura cornigera* (hufvud, lösa kinder, pygidier samt fragmentariska thoraxled) tämligen ymnigt. Utom detta syntes intet fossil.

Den öfre alunskifferbädden (lag 3) befanns innehålla *Peltura cornigera* samt *Orthis* sp.

Det öfre orstensbandet (lag 4) är till sin öfre del grofkristalliniskt och fossiltomt; i dess undre del förekommer däremot *Parabolina heres* synnerligen rikligt.

Sistnämnda orstensband kan från det västra brottet följas i kanten af nyssnämnda dike ett godt stycke mot Ö och stupar slutligen in under alunskiffer, som sedan med svag östlig stupning utan afbrott fortsätter bort i det östra (nya) brottet. I denna bädd förekommer *Dictyograptus flabelliformis* Eichw. forma typica i mängd, detta dock endast i en 1 decimeter mäktig zon, som ligger $^1/_2$ à $1\,^1/_2$ dm öfver kalkstensbandet. Omedelbart ofvan denna *Dictyograptus*-horisont uppträder till en början tämligen sparsamt *Clonograptus tenellus* jämte dess varieteter *Callavei* och *hians*. Denna fauna fortsätter upp genom hela den i det östra (nya) brottet tillgängliga skiffersviten, som når en mäktighet af ungefär 2,5 m. I de öfre lagren äro fossilen i vissa skikt synnerligen ymniga, i likhet med hvad fallet är vid Fogelsång och Jerrestad. Af de olika formerna är *Clonograptus tenellus* var. *Callavei* den ojämförligt allmännaste och har i de högre lagren att uppvisa exemplar med ovanligt tjocka grenar. I de öfversta skikten förekommer ock *Bryograptus Hunnebergensis*, fast mycket sporadiskt. *Obolus Salteri* genomgår hela skiffersviten, men är sällsynt. I clonograptuszonen förekomma ock ända till 1 dm långa svafvelkisnålar af samma utseende som de, hvilka förut omtalats från denna zon vid Jerrestad.

Ö om skifferbrotten är skiffern täckt af lösa jordlager, hvadan lagerföljden ofvan clonograptuszonen ej kunnat direkt iakttagas. Men 175 m Ö om det östliga brottet och 75 m V om landsvägen är i ett mindre hål alunskiffern åter tillgänglig och för här *Dictyograptus flabelliformis* var. *norvegica* (synnerligen ymnig) samt *Obolus Salteri* Holl och en annan *Obolus*.

Hängandet till denna zon har jag ej lyckats iakttaga, men man kan utan tvekan påstå det vara ceratopygeskiffer, hvilken ju af Moberg påvisats såväl 4 km S härom vid Ottenby som 2 km N härom vid Ventlinge (Moberg *1900*).

Vid Grönhögen är lagerföljden alltså följande:

Ceratopygeskiffer.

Zon med *Dictyograptus flabelliformis* Eichw. var. *norvegica* Kjerulf.
» » *Clonograptus tenellus* Linrs. med var.
» » *Dictyograptus flabelliformis* Eichw. forma typica.
» » *Parabolina heres* Brögger.
» » *Peltura cornigera* n. sp.
» » *Peltura scarabaeoides* Wahl.

Mäktigheten af dictyograptusseviten har ej kunnat direkt mätas. Vid landborgens fot, omedelbart Ö om landsvägen rakt österut från meranämnda skifferbrott, gräfdes för några år sedan en brunn, hvarvid man enligt uppgift trängde ned 4 m i alunskiffer utan orstensbollar eller -band. Mäktigheten af dictyograptusskiffern jämte den som alunskiffer utbildade ceratopygeskiffern torde alltså här uppgå till mera än 4 m.

Som ofvan nämnts, är dictyograptusskiffern äfven tillgänglig i de grunda dikena SV och NV om S:a Möckleby kyrka, och *Dictyograptus flabelliformis* har vid S:a Möckleby vägkors anträffats i bottnen af en brunn. Rakt österut från cementfabriken och i östra kanten af det här befintliga stora stenbrottet öfverlagras pelturazonen af ett 1 à 2 dm mäktigt skifferlager, hvari jag visserligen funnit fragment af *Clonograptus* men intet spår af *Dictyograptus flabelliformis*.

Denna senare har jag ej heller lyckats anträffa i den i dikena öster härom tillgängliga skiffern, men väl *Clonograptus*-fragment samt ett ex. af *Br. Hunnebergensis* var. Zonen med *Peltura cornigera* och den med *Parabolina heres* saknas här helt och hållet, och äfven det *Dictyograptus flabelliformis* förande skiktet synes här ha utkilat.

C. Östergötland.

I denna provins har dictyograptusskiffern påvisats anstående vid Storberg (1/4 mil V om Kristbergs kyrka), Husbyfjöl (Vestanå) samt Knifvinge och Pålstorp i Vreta Klosters s:n, hvarjämte den funnits i lösa block vid Berg och flera andra ställen.

Historik.

År *1875* omtalar Törnquist (s. 60, 61 och 64) alunskiffer med *Dictyonema flabelliforme* Eichw. från Knifvinge, Pålstorp (i lösbruten sten) samt Storberg.

I beskrifningen till kartbladet Vreta Kloster [1]) angifves dictyograptusskiffer i fast klyft från Knifvinge, Husbyfjöl och Storberg. Vid Knifvinge, där skiffern har en tämligen horisontell lagerställning, är dess mäktighet 1,8—3 m; den *underlagras* där af ett 0,02—0,06 m tjockt, i smått mycket vågigt, band af kalkhaltig sandsten, innehållande fragment af brachiopoder. Sandstenen åter underlagras af en 0,3 m mäktig alunskiffer, hvarunder följer orsten med *Peltura* och flere arter af *Sphaerophthalmus*. Den *Dictyograptus*-förande alunskiffern *öfverlagras* af en 0.3 m mäktig, af glaukonitkorn starkt uppblandad, kalkmassa (grönsand), ofvanpå hvilken ligger en blågrönaktig kalksten, »planilimbatakalk».

Vid Storberg stryka lagren i N 75° V och stupa 65° i sydlig riktning. I alunskifferns öfre del är *Dictyograptus* ymnig; i undre delen af den genombrutna skiffern finnes en grå sandsten, bestående af några floar, hvilkas sammanlagda mäktighet är 0,3 m eller mera.

[1]) Linnarsson och Tullberg *1882*.

Ofvannämnda sandstenar ha senare studerats af HOLM[1]), som i dylik vid Knifvinge funnit *Dictyograptus*, »hvilket fynd visar, att den till en del åtminstone torde tillhöra Dictyonemaregionen». I dessa sandstenars uppträdande ser han ett bevis på en kortvarig höjning af ett fastland. På grund af sandstenens renare utbildning och större mäktighet vid Storberg, drager han vidare den slutsats, att materialtransporten skett från V.

År *1903* identifierar WIMAN (s. 335) meranämnda sandsten med den ostbaltiska obolussandstenen. Samtidigt lämnar han (s. 337) från Vestanå i Brunnby s:n följande profil:

Orthocerkalk..		
Glauconit	0,12	m
Dictyonemaskiffer	2,38	»
Obolussandsten	2,08	»
Alunskiffer (Pelturazon)		

Den öfre delen af »Dictyonemaskiffern» anser han möjligen utgöras af ceratopygeskiffer[2]). Från obolussandstenen anför han »små högst centimeterlånga fragment af en graptolit, som på den thecorna motsatta sidan hade peridermet förtjockadt såsom *Dictyonema flabelliforme* brukar hafva, samt fragment af en liten hvit hornskalig brachiopod, närmast liknande *Obolella sagittalis* eller något dylikt.»

Egna iakttagelser.

Vid ett besök vid **Storberg** sistlidne sommar fann jag stenbrottet därstädes till större delen igenrasadt och vattenfylldt. I dess östra kant var likväl dictyograptusskiffer blottad. Lagren stryka i N 70° V och stupa 65° i sydlig riktning. Jag uppmätte här följande profil:

6. Orthocerkalk		
5. Mergel, blågrön, glaukonitisk	0,04	m
4. Dictyograptusskiffer	3,50	»
3. Obolussandsten + svart skiffer...........................	1,30	»
2. Alunskiffer utan fossil	0,35	»
1. Pelturazon		

Lag 3 utgöres af en grå, skiktad, kvartsitisk, kalkhaltig sandsten uppdelad i bankar, mellanlagrade af tunna alunskifferränder. I alunskiffern observerades inga fossil och i sandstenen endast brachiopodskal, alltför fragmentariska för att tillåta någon bestämning.

I *lag 4* anträffas genomgående *Dictyograptus flabelliformis*. I lagets öfre delar träffar man omväxlande skikt med *Dictyograptus* och skikt med *Clonograptus tenellus* var. Den *Dictyograptus*, som förekommer i lagets understa del, har påfallande tätt ställda, smala grenar och små maskor och torde säkerligen vara den form, som LINNARSSON

[1]) HOLM *1885*: 2, sid. 8.

[2]) Jfr noten å sid. 44.

kallat *D. flabelliformis* var. *conferta*. I lagets öfversta del anträffades utom *Clonograptus tenellus* äfven *Bryograptus Hunnebergensis*.

I *lag 5* observerades en *Orthis* samt fragment af en trilobit af ringa storlek.

Vid **Vestanå** stenbrott var skifferbrytningen under den gångna sommaren nedlagd och brottet i dess lägre delar vattenfylldt, hvadan jag där ej kunde undersöka de nu afhandlade lagren.

I det stora stenbrottet vid **Knifvinge** erbjudes däremot ett godt tillfälle att studera dictyograptuszonen.

Då lagrens beskaffenhet och mäktighet något växla å olika ställen, lämnas här tvänne profiler, en från stenbrottets norra, en från dess södra del.

I norra delen:		
Lösa jordlager		
4. Dictyograptusskiffer	1,90	m
3. Sandsten, grå, kalkhaltig, i flera band, växellagrande med alunskiffer	0,30	»
2. Alunskiffer	0,08	»
1. Orsten med *Peltura* och *Sphaerophthalmus*		

I södra delen:		
6. Orthocerkalk, vid basen synnerligen glaukonitisk		
5. Mergel, glaukonitisk	0,04	m
4. Dictyograptusskiffer	1,70	»
3. Sandsten	0,11	»
2. Alunskiffer	0,07	»
1. Orsten med *Peltura*		

I härvarande lag 3 har HOLM, såsom förut nämnts, funnit *Dictyograptus*, och å lösbrutna, vittrade sandstensplattor har han iakttagit *Cruziana*-artade spår.

Dictyograptus flabelliformis går igenom hela lag 4 och anträffas ej endast i skiffern, utan äfven i de stora orstensbollarna i skifferns undre del; dock framträder den vanligen i kalkstenen först å vittrad yta. De i orstenen uppträdande exemplaren visa den för *Dictyograptus flabelliformis* forma typica karaktäristiska byggnaden, då däremot de exemplar, som finnas i skiffern, särskildt i dess öfre del, ha tätt liggande smala grenar och små maskor.

I **Pålstorps** sedan åtskilliga år tillbaka nedlagda skifferbrott blottades genom gräfning i brottets nordöstra sida fast anstående dictyograptusskiffer. Skiffern, hvars mäktighet är mera än 1 m, för alltigenom rikligt med en *Dictyograptus* af samma utseende som den nyss beskrifna från den öfre *skiffern* vid Knifvinge. Dictyograptusskiffern öfverlagras här närmast af en 0,01—0,03 m mäktig, gul mergel, hvarofvan följer glaukonitsand med kalkstensbollar, 0,15 m. Däröfver ligger ett sönderbråkadt, tunnt band af ljust blågrön orthocerkalk. Den dictyograptusskiffern närmast öfverlagrande mergeln befanns här lika litet fossilförande som vid Knifvinge och Storberg.

D. Vestergötland.

Inom Vestergötland är dictyograptusskiffern hittills anträffad endast på tre ställen, nämligen i närheten af Nygård vid Hunneberg samt vid Orreholmen och Klefva i Falbygden [1]).

1. Hunneberg.

Historik.

Den förste, som omnämner här ifrågavarande horisont från denna provins, är LINNARSSON. I sitt arbete från *1871*, sid. 794, säger han sig i ett brott vid Nygård vid Hunneberg för första gång ha anträffat en graptolit i Vestergötlands alunskiffer. Fossilet i fråga beskrifves under namn af *Dichograptus tenellus* och uppgifves förekomma tillsammans med *Sphaerophthalmus alatus* BOECK. I beskrifningen till kartbladet Venersborg uppgifver A. LINDSTRÖM *1887* (sid. 39) dictyograptusskiffer vara anträffad å Hunneberg vid Nygård, Brottet N:o 1, »enligt G. C. VON SCHMALENSEE, som säger sig hafva å uppgifne lokalen funnit *Dictyonema flabelliforme* EICHW. i ett skikt, som var i omedelbar kontakt med Pelturalaget». I nämnda kartbladbeskrifning angifves *Dichograptus tenellus* LINRS. förekomma i lag med *Peltura scarabaeoides* WAHL. Äfven G. LINDSTRÖM hänförde (*1888*) sistnämnda graptolit till olenidlagren.

År *1892* visar MOBERG med ledning af Sver. Geol. Unders. tillhörigt museimaterial, att den å Hunneberg förekommande skiffern med *Clonograptus tenellus* ej, såsom man hittills trott, förekommer i zonen med *Peltura scarabaeoides* och *Sphaerophthalmus alatus*, utan kommer närmast ofvan skiffern med *Dictyograptus flabelliformis*. Endast på sådana ställen, där dictyograptusskiffern utkilat, kommer den *Clonograptus*-förande skiffern i beröring med olenidzonen. Dessutom beskrifver MOBERG (l. c.) från denna horisont två nya graptoliter *Bryograptus* (?) *sarmentosus* samt *Br.* (?) *Hunnebergensis*.

Egna iakttagelser.

Under ett besök vid Hunneberg sistlidne sommar uppmätte jag i ett brott, beläget 500 m SO om Nygård, följande profil:

6. Diabas ....
5. Lerskiffer, hårdbränd, i de öfre lagren ljusgrå, i de undre svart .... 2,10 m.
4. Kalksten, flera bankar med mellanliggande tunna skifferränder; hela lagret rikt fossilförande (ceratopygekalk). .... 0,24 »

[1]) Visserligen uppger FEARNSIDES (*1907*, sid. 263), att »in Vestergötland *Dictyonema* shale is recorded by LINNARSSON at certain places around Halleberg and Hunneberg», men detta är ej öfverensstämmande med verkliga förhållandet, enär LINNARSSON i sina arbeten ej omnämner ifrågavarande skiffer från andra ställen i Vestergötland, än från Nygård och Orreholmen. Det synes därföre mindre märkvärdigt, att FEARNSIDES »most unfortunately . . . was not able there» (around Halleberg and Hunneberg) »to find it».

3. Kalksten, svart, hård, rik på svafvelkis och uppåt öfvergående i en hård, splittrig skiffer. Häri endast brachiopoder .... 0,25 m
2. Alunskiffer, förande rikligt med *Clonograpti* och *Bryograpti*. .... 0,09 »
1. Kalksten (orsten) med *Sphaerophthalmus alatus* och *Peltura scarabaeoides* 0,40 »

I *lag 2* syntes intet spår af *Dictyograptus flabelliformis*, hvilket ock väl stämmer öfverens med ofvan anförda uppgifter af v. SCHMALENSEE. Hela detta fossilförande skifferlager synes för öfrigt ofta utkila, ty i västra kanten af Hunneberg, från Tunhem upp förbi Nygård, i hvilken ifrågavarande horisont är väl blottad i en nära nog sammanhängande rad af stenbrott, lyckades jag endast på omnämnda ställe iakttaga fossilförande alunskiffer närmast ofvan pelturazonen (»påflokan»).

2. Orreholmen.

Historik.

Dictyograptusskiffer från ett stenbrott 1 km VSV om Orreholmen, cirka 1 mil SO om Falköping, omnämnes för första gång af LINNARSSON (*1880*: 1). Han säger sig ofvan zonen med *Peltura scarabaeoides* här ha iakttagit en *Dictyograptus*-förande zon, bestående af såväl orsten som alunskiffer, med *Dictyograptus* förekommande i båda bergarterna. På dictyograptuszonen ligger en glaukonitförande kalk och en lös grönaktig skiffer.

Senare har L. VON POST (*1906*) närmare studerat denna fyndort och därifrån lämnat en detaljerad profil, i hvilken följande äfven för vårt vidkommande är af intresse. Under lager tillhörande orthocerkalken och undre didymograptusskiffern komma

Kalksten, grå, med gröna flammor; i öfre delen späckad med glaukonit. Häri den för zonen med *Apatocephalus serratus* (eller ceratopygekalken) karaktäristiska faunan rikligt företrädd .... 0,25 m

Glaukonitskiffer med kalkellipsoider i två särskilda horisonter, *en öfre*, 10 cm under skifferlagrets öfre gräns och med »jämförelsevis korta linser af än ren, än glaukonit- och fosforitförande kalk med trilobitfragment[1]), hornskaliga brachiopoder (*Acrotreta, Lingulider*) samt, stundom, ytterst rikligt, *Orthis* cfr *Christianiæ* KJERULF» samt *en undre*, i eller strax ofvan gränsen mot underliggande alunskiffer, med »intill 1 *m* långa, 15 *cm* tjocka linser af gråbrun, finkristallinisk *orsten*», stundom skilda från alunskiffern af en några få cm mäktig rand af glaukonitskiffer och alltså stratigrafiskt samhöriga med denna senare. I orstenen anträffas *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. forma typica .... 0,30 »

---

[1]) Vid ett besök på ort och ställe 1908 har jag i dessa linser funnit *Ceratopyge forficula* SARS, *Euloma ornatum* ANG., *Symphysurus angustatus* S. et B., *Niobe insignis* LINRS. och *Agnostus Sidenbladhi* LINRS.

Alunskiffer, tämligen tjockskiffrig, förande *D. flabelliformis* EICHW. Nära lagrets bas finnes en 3 cm mäktig rand af grofkristallinisk orsten och skiffer i tät växellagring.. 0,30 m

Alunskiffer, tunnskiffrig, med orsten och bergbeck. I öfversta, till den *Dictyograptus*-förande skiffern gränsande, orstensbanken träffades *Peltura scarabaeoides* WAHL.

3. Klefva.

Historik.

I beskrifning till kartbladet Falköping (MUNTHE *1906*: 1) omnämnes, att dictyograptusskiffer af doc. C. WIMAN anträffats vid ännu en lokal i Vestergötland, nämligen vid Klefva, cirka 1 mil NV om Falköping. I ofvan omtalade arbete af L. v. POST (*1906*) lämnas detaljerad beskrifning äfven af en profil från denna lokal, ett stenbrott beläget knappt 1 km SV om Klefva kyrka. Enligt v. POST är lagerföljden här följande:

Orthocerkalk, gråhvit. .... 4,00 m.

Undre didymograptuskiffer (blågrå lerskiffer).. 3,00 »

Kalksten, konglomeratartad, med glaukonit, svafvelkis och fosforit. Häri ha anträffats enstaka exemplar af *Orthis* cfr *Christianiæ*, en lingulid samt en medelstor trilobit. Detta lager hänföres, som det synes på goda grunder, till ceratopygekalken. .... 0,20 »

Orsten, svart, kornig, med *Dictyograptus flabelliformis* forma typica......... 0,25 »

Alunskiffer, tämligen tjockskifvig med tunna linser och lager af kristallinisk orsten. *D. flabelliformis* forma typica förekommer ymnigt genom hela laget. .... 1,00 »

Alunskiffer och orsten, öfverst med *Peltura scarabaeoides* och *Sphaerophthalmus alatus*. .... 10,00 »

På öfriga ställen i Vestergötland, där gränslagren mellan olenidskiffern och orthocerkalken äro blottade, synes, att döma af beskrifningarne till de geologiska kartbladen, ceratopygeregionens undre afdelning, dictyograptussviten, saknas. Frånsedt de tre förut omtalade lokalerna, öfverlagras nämligen, såvidt man hittills funnit, allestädes olenidzonen direkt antingen af orthocerkalk eller af ceratopygekalk, utbildad som en glaukonitisk, nedtill äfven fosforitförande, kalksten, på sina ställen delvis ersatt af skiffer.

E. Ångermanland.

Utom från redan nämnda platser är typiskt utbildad dictyograptusskiffer i Sverige hittills känd endast från Tåsjöberg i Ångermanland, hvarifrån den omtalas af WIMAN (*1902*: 2).

På södra sidan af Tåsjöberg i Tåsjö socken har Tjocknäsbäcken utskurit en cañon i en starkt veckad och förskiffrad alunskiffer. Ofvanför en spång, som vid Nybränna fäbod leder öfver denna bäck, har WIMAN i orstensbollar i alunskiffern observerat *Dictyograptus flabelliformis* tillsammans med *Boeckia Mobergi* WIMAN och *Acerocare?* sp.

Dictyograptusskifferns morfologi.

Ceratopygeregionens undre afdelning är i Sverige mestadels utbildad såsom en graptolitförande alunskiffer, ofta inneslutande orstenar [1]. Man torde allmänt vara af den åsikt, att denna bildning tillkommit på djupare vatten [2].

Någon ren kalkstensfacies är ej känd inom ifrågavarande regions undre del. En svag antydan till sådan finnes dock på enstaka ställen, där *jämntjocka* band af kalksten uppträda i skiffern, såsom händelsen exempelvis är vid Sandby. Dylika kalkstensband torde väl knappast ha uppkommit på samma sätt som orstensbollarne, d. v. s. genom anrikning af kalken på spridda ställen i skiffern *efter* dennas tillkomst, utan synas de snarare förutsätta en annan, kalkrikare beskaffenhet af de sediment, hvaraf de uppstått, och måhända äfven ett något grundare vatten. Det är ju också i ett kalkstensband af nämnda art som man anträffat representanter för trilobiterna, den djurgrupp, som är mest utmärkande för de siluriska kalkstenarne.

På ett fåtal ställen finnas äfven med dictyograptusskiffern likåldriga konglomerater och sandstenar (oboluslagren) antydande gränserna för dictyograptushafvet.

Dictyograptusskiffern synes visserligen vid flyktig bekantskap vara en synnerligen ensartad bildning, men en närmare granskning lär snart, att äfven däri finnas spår af skilda skeden, hvart och ett med sin säregna fauna. Det är med ledning af en sådan växling af faunans art vi särskilt de tre skeden, som representeras af subzonen med *D. flabelliformis* f. typica, subzonen med *Clonograptus tenellus* med var. och *Bryograptus Hunnebergensis,* samt subzonen med *D. flabelliformis* var. *norvegica* och *Bryograptus Kjerulfi* [3].

Dictyograptusskifferns indelning i de tre nämnda subzonerna var till en början

---

[1] Anmärkas bör, att enligt iakttagelser å de ställen, där större skärningar i dictyograptusskiffer observerats, såsom å Öland, i Öster- och Vestergötland, orsten ej synes vara så allmänt förekommande i denna zon som i olenidskiffern. I det uti lokalbeskrifningen omtalade skifferbrottet N om Grönhögen har t. ex. ej en enda orstensboll iakttagits i de ända till 2 m höga skifferväggarne Vid Grönhögens hamn har däremot observerats en horisont med stora orstensbollar, hvilka dock ligga på gränsen till olenidskiffern. Äfven i de tämligen vidsträckta brotten vid Knifvinge ha orstensbollarna hufvudsakligen nämnda läge.

[2] Då i de ryska baltiska provinserna och i Östergötland sandsten och alunskiffer växellagra, kan dock sistnämnda bergart väl knappast hafva kräft något större djup för sin bildning.

[3] Vi nämna i det följande för korthets skull ofta dessa subzoner *zon a, b* och *c* resp., hvarvid den äldsta, eller subzon med *D. flabelliformis* f. typica, blir *zon a,* den yngsta, eller subzonen med *D. flabelliformis* var. *norvegica* och *Bryogr. Kjerulfi,* blir *zon c.*

endast baserad på iakttagelser från Fogelsångstrakten, där alla subzonerna äro väl och distinkt utbildade, ehuruväl de därstädes ej å någon fyndort kunnat blottas i en sammanhängande profil. Mina senare undersökningar ha visat, att alla dessa subzoner äro tydligt utbildade ej blott i sydöstra Skåne, utan äfven på södra Öland, hvarvid är att märka, att jag såväl vid Jerrestad som vid Grönhögen kunnat påvisa sammanhängande profiler genom hela lagerserien.

De tre subzonerna äro emellertid ingalunda alla förhanden allestädes, där dictyograptusskiffer anträffats; äfven den skärpa, med hvilken deras gräns markeras, är mycket växlande å olika orter i skilda landsdelar.

Under det att *Dictyograptus flabelliformis* forma typica och *Clonograptus tenellus* med var. vid Sandby, Fogelsång, Tosterup och Grönhögen ej anträffats tillsammans, uppträda nämnda båda släkten i sällskap vid Flagabro, Jerrestad, Storberg och måhända Nygård. Vid de sistnämnda fyra fyndorterna går dock *Clonograptus* högre upp i lagerserien än *Dictyograptus flabelliformis* forma typica. — *Bryograptus Kjerulfi* och *Dictyograptus flabelliformis* var. *norvegica* uppträda i regel tillsammans och på en nivå, där *Cl. tenellus* har upphört. *Br. Kjerulfi* har likväl ej observerats i *zon c* vid Grönhögen. Endast på *en* lokal, *Nygård*, ha två exemplar, förmodligen tillhörande sistnämnda art, anträffats tillsammans med *Clonograptus tenellus*.

Mäktigheten af dictyograptusskiffern växlar, såsom ju är att vänta, mycket å olika orter i skilda landskap. Endast i Öster- och Vestergötland har den direkt kunnat mätas.

I Skåne, där den vid Sandby—Fogelsång och vid Jerrestad är bäst tillgänglig, torde mäktigheten af zonen i dess helhet ej kunna skattas till mindre än 3 à 4 m, ett mått, som med en viss grad af sannolikhet äfven kan anses gälla för södra Öland. Längre norrut å Öland utkilar den emellertid fullständigt — »i profilerna vid Borgby borg och vid Mysinge förekommer *dictyonemaskiffer* bevisligen icke»[1]). Å öns nordligaste del uppträder däremot zonen, ånyo, där dock utbildad som ett konglomerat (vid Horn med *Obolus Apollinis*, vid Grönviken med *O. Apollinis* (?) jämte *Dictyograptus flabelliformis*) öfverlagradt af alunskiffer. Den understa delen af denna skiffer måste, då däri (vid Horn och Äleklinta) anträffats *D. flabelliformis*, tillhöra ifrågavarande zon, under det att den öfre delen, som det synes på goda grunder, räknas till ceratopygeskiffern.

I Östergötland är zonens mäktighet vid Knifvinge ungefär 2 m, vid Vestanå 2,38 m och vid Storberg 3,5 m, hvartill kommer en vid zonens bas uppträdande sandstensbädd, hvars *öfre* del åtminstone anses ekvivalera dictyograptusskiffern. Sandstensbädden når vid Vestanå en mäktighet af något mer än 2 m.

I Vestergötland äro måtten följande: vid Orreholmen ungefär 0,5 m, vid Klefva något mer än 1 m samt vid Nygård cirka 1 dm. På sistnämnda ställe, där skiffern oftast utkilar, företrädes denna zon möjligen af ett 2 à 3 dm mäktigt band af en svart, hård kalksten med mycket sparsamma brachiopodfragment.

[1]) MUNTHE *1902:* 1, s. 28.

Hvad åter beträffar mäktigheten af subzonerna må följande anföras.

Zon a, den understa, har vidsträcktare utbredning än de andra och torde väl ej saknas på något ställe, hvarifrån dictyograptusskiffern hittills är känd. Dess mäktighet är i allmänhet relativt stor, den är också på flera fyndorter den enda, som kommit till utbildning. På Öland och på Hunneberg har den dock synnerligen obetydlig mäktighet och kan, äfven om öfverliggande subzoner finnas tillstädes, stundom helt utkila.

Zon b har i sydligaste delen af vårt land sin största mäktighet. I Skåne torde den upptaga mer än hälften af dictyograptusskifferns hela mäktighet, såsom bevisligen är händelsen å södra Öland. Vid Storberg synes den vara ganska mäktig, cirka 1 m, men vid Nygård har den däremot ej befunnits mera än högst 1 dm tjock, där den ej, som vanligen är fallet, i likhet med den underliggande subzonen utkilat.

Mäktigheten af *zonen c*, som funnits utbildad endast i Skåne och å södra Öland, har ej direkt kunnat mätas, men torde med en stor grad af sannolikhet kunna påstås vara mindre än den, som föregående zon äger i sydligaste Sverige.

Å den enda fyndort i Ångermanland, där dictyograptusskiffer anträffats, är den enligt WIMAN så sammanpressad, att en bestämning af dess mäktighet där säkerligen ej är möjlig, liksom ock en uppdelning i subzoner ej heller kan väntas.

Det kunde måhända synas frestande att söka för vårt lands vidkommande uppdraga gränserna för »dictyograptushafvet» och utleta dettas relativa djupförhållanden å skilda ställen under tidsålderns olika skeden. Men en dylik utredning förutsätter emellertid, därest den skall blifva af något värde, ej blott talrikare observationspunkter, än de, som nu stå till buds, utan ock djupare insikter i de närmast äldre eller yngre bildningarnes korologiska förhållanden, än vi nu ha till vårt förfogande.

Tabellarisk öfversikt öfver **utbredningen af dictyograptusskifferns olika subzoner.**

	Skåne					Öland			Östergötl.			Vestergötl.			Ångermanl.
						Södra		Norra							
	Sandby	Fogelsång	Flagabro	Tosterup	Jerrestad	Grönlögen	Degerhamn	Horn Grönviken Äleklinta	Knifvinge Pålstorp	Vestanå	Storberg	Nygård	Klefva	Orreholmen	Tåsjöberg
Subzon med *Dictyogr. flabelliformis* var. *norvegica* och *Bryogr. Kjerulfi*.		+	?	?	+	+	?								?
» » *Clonogr. tenellus* med var. och *Bryograptus Hunnebergensis*.		+	+	+	+	+	+			?	+	+ [1])			?
» » *Dictyograptus flabelliformis* forma typica.	+	?	?	?	+	+	+ [1])	+	+	+	+	+ [1])	+	+	+

[1]) Visar sig stundom utkila.

Oboluslagren.

Som förut nämnts förekomma i vårt land oboluslager i Dalarne, på norra Öland och i Östergötland.

Det var i **Dalarne** hithörande lager först uppmärksammades 1844 af HAMPUS v. POST [1]), som då iakttog dem vid Silfberget.

Under hänvisning till den mera utförliga historik angående dessa lager (af HAMPUS v. POST 1870 belagda med det sedan gängse namnet oboluskonglomerat), hvilken lämnas *1906* af MOBERG och SEGERBERG, må här blott nämnas, att man till en början var ganska tveksam om lagrens ålder (jfr STOLPE *1871* [1]), TÖRNQUIST *1871* och *1872*), att LINNARSSON *1873* påpekade analogien med Rysslands grönsand och att HOLM *1882* ansåg ett vid Horn å Öland af honom anträffadt konglomerat vara en mellanlänk mellan oboluskonglomeratet i Dalarne och oboluslagret i ryska Östersjöprovinserna. Visserligen var härmed väg banad för en riktig uppfattning af den geologiska ställning Dalarnes oboluskonglomerat intager, men dess geologiska ålder fastställdes först *1896*, då MICKWITZ däri kunnat påvisa *Obolus Apollinis* och *O. triangularis*, båda förut kända från Estlands obolussandsten, hvilken, efter hvad samme författare *(1896)* tydligt visat, växellagrar med dictyograptusskiffern.

En utförlig redogörelse för Dalarnes oboluslager finna vi hos TÖRNQUIST *1883*. Enligt honom bestå de af två endast petrografiskt skilda lag, oboluskonglomerat och obolusgruskalk, af hvilka det senare öfverlagrar det förra. Oboluskonglomeratet är »en grå kalkmassa, inneslutande rullstenar af kvarts och fältspat, vanligen af ringa storlek, samt svarta fosforitknölar, hvilkas volym vexlar från en mindre ärts till en större nöts». Obolusgruskalken åter är »en kristallinisk, grusartad, hvit eller grön kalk med glaukonitkorn». Oboluskonglomeratet och obolusgruskalken uppträda, än tillsammans, än hvar för sig, inom södra delen af Siljanstraktens silurområde på flera ställen: Vikarbyn, Klittberget, Gulleråsen, Sjurberg och Bäck samt möjligen i lösa block vid Skattungsbyn. Allestädes hvila de direkt på granit.

Oboluskonglomeratet från Horn å **Norra Öland** omtalas först *(1882)* af HOLM. Det består, säger han (l. c., s. 72), »af stycken af orsten, kalksandsten och fosforitkorn förbundna af orstensmassa, samt i denna en *Obolus*». Dess mäktighet är

[1]) Fosforitkommittéens betänkande *1873*, s. 5 och 39.

0,18 m. Det öfverlagras af grönsand, som uppåt öfvergår i planilimbatakalk. I ett senare arbete (*1885*: 1, s. 11) angifver samme författare, att nämnda *Obolus* är identisk med *O. Apollinis*, hvarför han paralleliserar ifrågavarande konglomerat med de estländska obolusskikten.

Tullberg, som samtidigt med Holm undersökte lagren vid Horns Udde, lämnar (*1882*: 2) vid beskrifning af en därvarande profil, den upplysningen, att ofvan konglomeratet följer en 0,8 à 0,6 m mäktig »alunskiffer, vanligen utan fossil, stundom med Dictyonema». Alunskiffern öfverlagras närmast af en *Obolus*-förande glaukonitskiffer, som i sin tur täckes af ceratopygekalk.

Äfven J. G. Andersson har (*1895*, s. 35) lämnat en utförlig redogörelse för konglomeratet ifråga.

I **Östergötland** finnes, såsom ofvan omtalats, vid basen af dictyograptusskiffern en kalkhaltig grå sandsten med brachiopoder, i hvilken Holm (*1885*: 2, s. 8) vid *Knifvinge* funnit *Dictyograptus*. *1887* omtalar samme författare från nämnda sandsten *Cruziana*-artade spår, hvilka han ansåg måhända kunna härröra af *Peltura scarabaeoides* Wahl., som anträffas i närmast underliggande lager. Då man vid denna tid ännu ansåg, att obolussandstenen i Estland delvis tillhörde olenidregionen, föreföll detta, att *Peltura* uppträdt i sandsten, som förde *Dictyograptus*, ej särskildt egendomligt.

År *1903* fäste Wiman åter uppmärksamheten på meranämnda sandsten i Östergötland, framhållande att den, trots det att man däri ännu ej funnit *Obolus Apollinis*, med säkerhet kan identifieras med den ostbaltiska obolussandstenen. Han grundar detta påståeude på lagrets stratigrafiska läge och dess med den ostbaltiska obolussandstenen öfverensstämmande petrografiska utbildning.

Utom vid Knifvinge, där ifrågavarande sandsten knappast är mera än 1 dm mäktig, har den äfven anträffats vid Vestanå och Storberg. På förstnämnda ställe har den, enligt Wiman, en mäktighet af 2,08 m., vid Storberg växellagrar den med alunskiffer i en 1,3 m mäktig zon.

Linnarsson omtalade *1875* (s. 272) en »qvartsitisk, ofta något skiffrig, än ljusgrå, än svartaktig sandsten», som han observerat en eller ett par fot ofvan alunskiffern i kanalen vid Åkarps mölla. Då han antog ifrågavarande sandsten sannolikt vara fast anstående, ville han i densamma se en ekvivalent till sandstenen vid Knifvinge. Som emellertid någon sandsten från denna nivå ej är känd från annat ställe i Skåne, är detta Linnarssons antagande högst osannolikt. Den nämnda sandstenen vid Åkarps mölla torde därför ej förekomma på primärt lagerställe, utan, såsom redan Nathorst (*1885*, s. 13, 14) framhållit, endast vara block härstammande från olenellussandstenen.

Äfven i **det nordbaltiska silurområdet** torde slutligen obolussandsten hafva kommit till utbildning. Att så varit fallet sluter Wiman (*1902*: 1) närmast däraf, att block af dylik bergart anträffats å den lilla ön Fanton i Singöfjärden nära Östhammar. Och då block af dictyograptusskiffer aldrig påträffats i dessa trakter, håller han för sannolikt, att obolussandsstenen där, liksom i Dalarne, uppträder enbart för sig, ej tillsammans med dictyograptusskiffer, såsom i det ostbaltiska området.

Dictyograptusskifferns gränslager.

A. Dictyograptusskifferns liggande har inom Skåne direkt kunnat iakttagas endast vid Jerrestad (Neckebo), hvarjämte det sannolikt observerats äfven vid Sandby.

Vid **Jerrestad** utgöres det af alunskiffer med orstensbollar; i den förra har endast anträffats *Parabolina heres*, i de senare därjämte *Acerocare micropygum* och *A. paradoxum*. *A. micropygum* var förut känd endast från Åkarps mölla, där den enligt MOBERG och MÖLLER (*1898*, s. 224) tillhör en lagren med *Parabolina heres* direkt öfverlagrande zon. Vid Jerrestad uppträda, så vidt jag kunnat finna, *A. micropygum* och *P. heres* i sällskap med hvarandra, hvadan de här alltså känneteckna en och samma horisont.

På en något lägre nivå, än den där *Acerocare micropygum* uppträder, har i skiffer vid Neckebo tillsammans med *Parabolina heres* anträffats ett par pygidier af en *Megalaspis?* sp., sannolikt identisk med en vid Sandby (å lokal *F 15*) anträffad art, en *Agnostus* sp. och en *Orthis* sp.

Såsom redan i lokalbeskrifningen framhållits, torde den i **Sandby** spritfabriks vattenbassäng (*F 15*) blottade alunskiffern med *Parabolina heres* BRÖGGER, *Boeckia? illænopsis* n. sp., *Euloma primordiale* n. sp., *Niobe primæva* n. sp. samt *Megalaspis* sp. sannolikt kunna betraktas såsom dictyograptusskifferns direkta liggande. Visserligen saknas här *A. micropygum*, som vid Jerrestad (och Åkarps mölla?) kännetecknar olenidregionens yngsta led, något som dock måhända har sin förklaring i ett för arterna af släktet *Acerocare* eget drag, att de nämligen »tyckas haft synnerligen begränsad horisontal utbredning»[1]).

Man har hittills i vårt land ej känt någon ekvivalent till acerocarezonen utanför Skåne[2]). Vid **Grönhögen** på södra Öland har jag emellertid, såsom af lokalbeskrifningen framgår, lyckats påvisa en sådan. Dictyograptusskiffern underlagras nämligen här omedelbart af en zon med *Parabolina heres*, hvilken i sin ordning underlagras af en zon med *Peltura cornigera* n. sp. Först under denna kommer en zon med

---

[1]) MOBERG och MÖLLER *1898*, s. 226.

[2]) Härmed har tydligen MOBERGS fynd af en *Acerocare costatum* BRÖGGER i pelturazonen å Hunneberg (se MOBERG och SEGERBERG *1906*, s. 45) intet att skaffa. — Denna art har enl. benäget meddelande af MOBERG nyligen också anträffats i öfre lagren vid Kvasa (Kiviks-Esperöd).

Peltura scarabaeoides och *Sphærophthalmus alatus*. I förstnämnda båda zoner ha hittills inga andra trilobiter funnits än karaktärsfossilen. Att de utgöra den skånska acerocarezonens motsvarighet, framgår redan af deras plats i lagerserien. De tyckas emellertid ha obetydlig horisontal utbredning, enär de iakttagits endast N om Grönhögen; redan en mil längre i N, vid Ölands alunbruk, ha de fullständigt utkilat. Såsom ofvan omtalats hvilar nämligen här dictyograptusskiffern direkt på zonen med *Peltura scarabaeoides* och *Sphærophthalmus alatus*.

I **Öster- och Vestergötland** har hvarken acerocarezonen eller någon dess motsvarighet kunnat påvisas. På alla de ställen i nämnda provinser, hvarifrån dictyograptusskiffern (i Östergötland underst delvis ersatt af obolussandsten) är känd, har densamma befunnits direkt hvila på zonen med *Peltura scarabaeoides* och *Sphærophthalmus alatus*. Huruvida frånvaron i dessa provinser af en verklig acerocarezon bör uppfattas såsom beroende på att densamma här aldrig utbildats eller måhända omedelbart efter dess uppkomst åter förstörts, innan dictyograptusskiffern aflagrades, därom vågar jag för närvarande ej yttra mig.

B. Dictyograptusskifferns hängande har i Skåne kunnat iakttagas såväl vid Fogelsång som vid Jerrestad.

Vid **Fogelsång** öfverlagras (å lokal *H 2 b*) zonen med *Bryograptus Kjerulfi* af Shumardiazonen, utbildad såsom ett i en brachiopodrik skiffer inbäddadt, vittradt kalkband.

Vid **Jerrestad** följer närmast ofvan skiffern med *Bryograptus Kjerulfi* en alunskiffer af ringa mäktighet, rik på *Ceratiocaris scanicus* n. sp. och brachiopoder, därofvan en, af svart skiffer och grå kalk i omväxlande lag bildad, cirka 0.5 m mäktig zon, i hvilken inga andra bestämbara fossil än brachiopoder anträffats. Då sistnämnda zon öfverlagras af undre didymograptusskiffer, Törnquists *zon b*, torde den med stor sannolikhet kunna betraktas såsom en ekvivalent till ceratopygekalken. Den *Ceratiocaris* förande skiffern kan då måhända tänkas vara en motsvarighet till Shumardiazonen (ceratopygeskiffern). Äfven vid **Åkarps mölla** är en liknande skiffer iakttagen, hvars stratigrafiska läge där dock ej kunnat direkt fastställas.

På **södra Öland** utgöres hängandet till dictyograptusskifferns yngsta subzon af Shumardiazonen, hvilken här har samma petrografiska utbildning som underlaget. Den direkta öfverlagringen har ingenstädes iakttagits, men intet skäl finnes att betvifla densamma. Shumardiazonen är påvisad på två ställen, nämligen V om Ottenby och N om Ventlinge. Äfven den på flera ställen å norra Öland ofvan skiffern med *Dictyograptus flabelliformis* anträffade alunskiffern, från hvilken hittills endast brachiopoder och en conodont omtalats, räknas af Munthe och Wiman till ceratopygeskiffern (= Shumardiazonen).

I **Östergötland** öfverlagras dictyograptusskiffern [1]), hvars öfversta subzon här

[1]) Wiman har *(1903)* uttalat den förmodan, att öfre delen af alunskiffern i Östergötland måhända ej vore att räkna till dictyograptusskiffern, utan vore ceratopygeskiffer. Då emellertid *Dictyograptus flabelliformis* (och vid Storberg *Clonograptus tenellus* samt *Bryograptus Hunnebergensis*) träffas äfven i alunskifferns yngsta lager, är tydligtvis denna förmodan ogrundad.

saknas, af en tunn mergel- eller glaukonitrand, ofvan hvilken »planilimbatakalk» följer. Denna mergel- och glaukonitrand har dock endast vid Berg lämnat bestämbara fossil, *Ampyx obtusus* och *Primitia ostrogothica,* hvilken fauna MOBERG anser tillhöra antingen ceratopygeregionens »allra yngsta del eller ock måhända ett öfvergångslager mellan denna och orthocerkalken»[1]).

I Vestergötland finner man däremot på de ställen, hvarifrån dictyograptusskiffern är känd, äfven ceratopygeregionens öfre afdelning tydligt utbildad.

Vid **Nygård** öfverlagras, såsom förut nämnts, zonen med *Clonograptus tenellus* och *Bryograptus Hunnebergensis* af ett 0,25 m mäktigt band af en svart, splittrig kalk utan bestämbara fossil, på hvilken åter hvilar ett lager af en grå kalk af ungefär samma mäktighet, hvilken är rik på ceratopygekalkens fossil.

Vid *de båda öfriga vestgötalokalerna* följer, enligt L. v. POST, ofvan zonen med *Dictyograptus flabelliformis* forma typica, ceratopygekalk. Vid **Klefva** är denna öfverlagring direkt, vid **Orreholmen** åter mellanlagras dictyograptusskiffern och den typiska ceratopygekalken (zonen med *Apatocephalus serratus*) af en 0.30 m mäktig glaukonitskiffer med kalkstensellipsoider, i den undre hälften utbildade som orsten med *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. forma typica, i den öfre hälften som ren eller glaukonit- och fosforitförande kalk, med ceratopygekalkens fauna.

Beträffande gränslagren för dictyograptusskiffern i *Ångermanland* är ännu intet närmare kändt.

---

[1]) MOBERG och SEGERBERG *1906*, s. 57.

Tabellarisk öfversikt öfver **utbildningen** och **utbredningen** af **ceratopygeregionens undre afdelning** jämte dess **gränslager**.

Litorala bildningar:	Bildningar på mer eller mindre djupt vatten.		Skåne	Öland		Östergötland	Vestergötland	Dalarne	Nordbaltiska silurområdet	Ångermanland
A. Brachiopodfacies (kalkhaltigt konglomerat och sandsten)	B. Trilobitfacies (öfvervägande kalksten)	C. Graptolitfacies (öfvervägande skiffer)		Södra delen	Norra delen					
	Ceratopygekalk	Z. m. *Tetragraptus phyllograptoides*	BC	B		B?	BC	B	B	
	Zon m. *Shumardia* och *Clonograptus heres*		B	B	C				B	
Zon med *Obolus Apollinis*		Dictyograptuszonen: Subzon med *D. flabelliformis* var. *norvegica* o. *Bryogr. Kjerulfi*	C	C				A	A	?
		Dictyograptuszonen: » » *Clonogr. tenellus* m. var. o. *Bryogr. Hunnebergensis*	C	C		C	C			?
	Dictyograptuszonen: Z. m. *Hysterolenus, Boeckia Mobergi* o. *D. flabelliformis* f. typ.		BC	C	AC	AC	C			BC
	Zon med *Parabolina heres* och *Acerocare*		B	B						
	» » *Peltura scarabaeoides* och *Sphærophthalmus alatus*		B	B		B	B			

Artbeskrifning [1]).

A. Fossil från acerocarezonen.

Agnostus sp.
Tafl. I, fig. 1.

Från zonen med *Parabolina heres* Brögger vid Jerrestad föreligger ett fragmentariskt, i skiffer bevaradt pygidium.

Rhachis, som intar $^2/_3$ af pygidiets hela längd och något mer än $^1/_3$ af dess bredd, är jämnbred, med rundad bakre kontur. Illa bevarad, så att tvärsegmenteringen ej tydligt framträder, visar den dock säkert, att längdfåror ej varit förhanden, hvadan den föreliggande arten ej kan vara den från pelturalagren kända *Agn. trisectus* Salter. Limben, som är ganska smal, bakåt något tilltagande i bredd, har två små randtaggar, ungefär i jämnhöjd med bakre ändan af rhachis.

Äfven vid Sandby spritfabriks bassäng (*F 15*) har på ungefär samma nivå anträffats ett *Agnostus*-pygidium. Detta, som dock är ännu sämre bevaradt, tillhör förmodligen samma art som det vid Jerrestad anträffade.

Om också fossilen ifråga i och för sig äro föga upplysande, ha de dock ett visst intresse därför, att ingen *Agnostus* hittills var känd från acerocarezonen.

Peltura cornigera n. sp.
Tafl. I, fig. 2—4.

Af arten föreligga de lösa kinderna och hufvudets midtsköld, bådadera i mängd, ett par pygidier samt ett thoraxled.

Hufvudets midtsköld torde väl knappast i märkbar måu skilja sig från dylika hos *Peltura* och *Acerocare*. De lösa kinderna däremot likna visserligen i sin allmänna form dylika hos nyssnämnda släkten, men skilja sig genom en vid ytterrandens bakre tredjedel tvärt utskjutande, ganska lång, något bågböjd, trind, spetsig tagg. Pygidiet liknar det hos *Peltura scarabaeoides* Wahl., men har betydligt kortare, mindre kraftiga, trubbiga randtaggar. Thoraxledet stämmer till sin byggnad nära öfverens med sådana hos *P. scarabaeoides*, särskildt däri att pleurorna äro utdragna i en kort tagg.

[1]) Enär detta arbete ej afser att vara en paleontologisk monografi, äro *fullständiga* synonymiförteckningar naturligtvis här öfverflödiga. I det följande citeras därför endast de för artens fastställande viktigaste arbetena, hvari för öfrigt i regel utförligare synonymilistor stå att finna.

På grund af thoraxledens byggnad och pygidiets tandade bräm måste arten anses mera närma sig till *Peltura* än till *Acerocare*, hvarför jag också hänför den till förstnämnda släkte. Genom kindtaggen har en karaktär tillkommit, som ej passar in på den vanliga släktdiagnosen. Då emellertid byggnaden i öfrigt väl öfverensstämmer med den hos *Peltura* s. s., har jag ej ansett tillvaron af kindtagg böra utgöra hinder för artens hänförande till detta släkte och vill jag för öfrigt erinra om, att MOBERG redan förut uppställt en art, *Acerocare paradoxum*, som inom släktet *Acerocare* intar just samma ställning som *Peltura cornigera* inom släktet *Peltura*.

BRÖGGER har en gång (*1882*) uppställt ett släkte *Protopeltura*, som skulle skilja sig från *Peltura* genom sina i taggar utdragna kinder samt pygidiets mindre kraftiga randtaggar. *Protopeltura acanthura* ANG. sp. eller den form, för hvilken släktet uppställdes, har emellertid sedermera af MOBERG visats vara en verklig *Parabolina* med kindtaggar fortgående i ytterrandens förlängning och alltså ej abrupt böjande af från denna. Af det norska material, som BRÖGGER haft till sin disposition, har han afbildat hufvudsköld, lösa kinder, pleuror och pygidium, hvilka alla i hög grad påminna om *P. cornigera*. Dock synas, att döma af BRÖGGERS afbildningar, bestämda olikheter förefinnas. Hos *P. cornigera* träffar man kindtaggens basaldel i förlängningen af den linje, som främre delen af facialsuturens bakre gren bildar, under det att denna tagg å BRÖGGERS *Protopeltura acanthura* är redan vid basen mera bakåtriktad och mindre böjd. Hos den förra är rhachis å pygidiet fullt så bred som brämet, hos den senare är förhållandet omvändt. Äfven randtaggarna å pygidiet synas vara olika, i det att de hos *P. cornigera* äro bredare, mindre spetsiga och ej så starkt bakåtriktade som hós BRÖGGERS norska *Protopeltura acanthura*.

Den af BRÖGGER beskrifna arten förekommer tillsammans med en varietet af *Sphaerophthalmus flagellifer* ANG. vid basen af BRÖGGERS zon 2 d, alltså under zonen med *Peltura scarabaeoides*, medan *P. cornigera* uppträder ofvan nämnda zon. Namnet *Protopeltura* synes mig därför i detta fall vara olämpligt, hvilket, jämte hvad ofvan anförts angående de allmänna karaktärerna hos ifrågavarande form, bestämt mig för att hänföra *P. cornigera* till *Peltura*.

Då, såsom ofvan framhållits, MOBERG visat, att *Parabolina acanthura* ANG. sp. från Sandby och BRÖGGERS därmed identifierade *Protopeltura acanthura* från Norge ej äro samma form, är det, under förutsättning att namnet *Protopeltura* utgår, naturligtvis önskvärdt, att sistnämnda form äfven erhåller ett annat namn. Jag föreslår därför för ifrågavarande norska form på grund af dess uppträdande före den egentliga pelturazonen namnet *Peltura præcursor* n. sp.

Parabolina heres BRÖGGER.

Tafl. I, fig. 5—8.

1882. *Parabolina heres* BRÖGGER, s. 101, tafl. 1, fig. 13.
1898. » » MOBERG och MÖLLER, s. 267, tafl. 12, fig. 8—15 och tafl. 14, fig. 10—14.
1898. » » MOBERG, s. 315, tafl. 16, fig. 7—8.

I MOBERGS och MÖLLERS ofvan citerade arbete lämnas af denna art en synnerligen fullständig beskrifning, hvilken väl passar in på här afbildade form, hvarför hänvisas till nämnda beskrifning. I denna framhålles, att arten ej obetydligt varierar, detta beträffande såväl bredden hos midtsköldens främre bräm som antalet segment och randtaggar hos pygidiet. Å normalt utbildade exemplar finner man i pygidiets rhachis 5 ringar, i brämet 4 segment (ändfliken oberäknad) och 4 randtaggar å hvarje sida. Jämte pygidier med denna utbildning omtalas ock sådana (från Sandby) med 5 par randtaggar, af hvilka det femte utgår från ändfliken, samt andra (från Andrarum) med blott 4 segment i rhachis, 3 å hvardera sidan af brämet och 3 par randtaggar.

Arten var förut, utom från Norge, känd från Sandby, Åkarpsmölla, Andrarum och Jerrestad samt har nu anträffats äfven vid Grönhögen på södra Öland. På de båda sistnämnda fyndorterna uppträder den bevisligen i dictyograptusskifferns direkta liggande.

De öländska exemplaren, af hvilka intet har mera än 3 par randtaggar å pygidiet, öfverensstämma fullkomligt med dem från Andrarum. Exemplaren från Jerrestad åter ha pygidiet utbildadt med 4 par randtaggar.

Boeckia? illænopsis n. sp.

Tafl. I, fig. 14, 15, 18—20 samt sannolikt 16 och 17.

1898. *Acerocare granulatum* var. MOBERG och MÖLLER, s. 248, tafl. 14, fig. 1—5.

Arten karaktäriseras framför allt af sina medelstora, långt bak, nästan ända invid occipitalfåran sittande palpebrallober, som genom långa, smala ögonlister äro förenade med främre ändan af glabellan. Genom ögonens läge, som gifvit anledning till artnamnet, afviker arten från de båda förut kända *Boeckia*-arterna, men då det material, på hvilket den grundats, är fragmentariskt och illa bevaradt, har jag ej ansett skäligt att för densamma uppställa ett eget släkte, detta så mycket mera som släktkaraktärerna för *Boeckia* i öfrigt passa in äfven på denna art.

Hufvudets midtsköld är starkt hvälfd. Enär de lösa kinderna ha en smal limb, torde hela hufvudet varit omgifvet af en sådan. Glabellan, som intar ungefär $^1/_3$ af midtsköldens hela bredd, är begränsad af djupa, raka dorsalfåror. Den är något konisk, framåt afsmalnande, har främre randen tämligen tvärhuggen och når ej ända fram till limben. Å ett i orsten bevaradt exemplar synas å glabellan två par tämligen tydliga sidofåror med samma anordning som hos *Boeckia hirsuta* BRÖGGER. Nackringen har en kraftig tuberkel, endast sällan synlig å i skiffer bevarade exemplar.

Först efter mycket sökande har det varit möjligt finna lösa kinder, hvilkas ögonutskärning är så placerad, att kinderna kunna antagas tillhört arten i fråga. Deras yttre kontur är rundad, utan antydan till kindtagg.

Thorax (å alla exemplar illa bevarad) har granuleradt skal och består af cirka

8 segment med rhachis bredare än pleurorna; hvarje led har å midten en tagg. Pleurorna äro utdragna i korta taggar.

Det förmodligen till denna art hörande pygidiet är mycket litet, har halfcirkelformig kontur och stundom svagt urnupen bakre rand samt är omgifvet af en smal limb utan randtaggar.

Såsom ofvanstående synonymiförteckning utvisar, ha Moberg och Möller fört hithörande i skiffer bevarade former från Andrarums pannhus till *Acerocare granulatum*. Att författarne emellertid ej funnit öfverensstämmelsen med nämnda art så synnerligen god framgår tydligt däraf, att de under framhäfvande af olikheterna beträffande hufvudet sökt förklara dem såsom tillkomna därigenom, att de lösa kinderna bragts ur sitt normala läge och skjutits in öfver de fasta kinderna, hvilkas »ögonlist» i själfva verket vore lösa kindens inre rand, under det att »palpebralloben» vore en vid pressningen uppåtböjd flik af fasta kinden [1]).

Sedan emellertid vid Sandby i en orsten vid *F 15* anträffats flera hufvudsköldar såväl i haut relief som (genom skalets sönderpressande tillplattade) i bas relief, hvilka tydligt visa dels de långt bakåt sittande palpebralloberna, dels de långa, sneda ögonlisterna, var det omöjligt att, såsom Moberg försökt, tolka den här beskrifna formen såsom en vid bevaringen deformerad *Acerocare granulatum*.

Att exemplaren från Andrarum haft granulerad thorax, framgår redan af min, efter Moberg kopierade, fig. 20. Vid af mig förnyad granskning af Mobergs material ha däri träffats flera exemplar, visande att pleurorna varit utdragna i taggar samt vidare, såsom ofvan nämnts, äfven ett par lösa kinder, hvilka genom ögonutskärningens läge tydligt framhäfva olikheten med *Acerocare granulatum*.

Som nämndt är arten anträffad i öfre acerocarezonen vid Sandby (*F 15*) och vid Andrarums pannhus.

Ett af de från Sandby föreliggande exemplaren (min fig. 18) visar två från hufvudets främre rand framstickande tunna spröt, hvilka på grund af deras form och läge möjligen skulle kunna tydas som antenner. Tyvärr är bevaringen efter framprepareringen ej den allra bästa, så att ingen segmentering är synlig, hvadan full visshet om »sprötens» natur ej kunnat vinnas.

Boeckia scanica n. sp.

Tafl. I, fig. 9—13.

Vid genomsökandet af skiffermaterial, hämtadt från lokalen vid Andrarums pannhus och tillhörande Lunds Universitets Geologisk-mineralogiska Institution, har

[1]) Anledningarna till denna som det nu kan synas något »sökta» tolkning, voro, såsom Moberg för mig framhållit, af mångahanda art. Först och främst är det ur skiffern erhållna materialet alltid illa bevaradt och ofta svårt att tyda. Vidare hade erfarenheten tyckts ådagalägga, att olika arter af släktet *Acerocare* i regel ej uppträdde i sällskap. Och slutligen hade man då ej ringaste anledning misstänka, att det vid Andrarum kunde finnas två hvarandra mycket närstående former, båda med granulering å thorax, en karaktär, som förut aldrig observerats å mer än en enda olenid, *Boeckia hirsuta*.

tillsammans med föregående art nedan beskrifna form anträffats i en mängd, tyvärr alltid illa bevarade, exemplar.

På grund af ögonens läge och kroppens utseende i öfrigt torde arten böra hänföras till släktet *Boeckia* Brögger.

Hufvudet rundtom omgifvet af en smal, tämligen jämnbred limb.

Glabellan, som vid basen är nära hälften så bred som hufvudets hela midtsköld, är kort, framåt något afsmalnande, genom raka dorsalfåror väl afgränsad från de fasta kinderna, och har främre konturen svagt afrundad till tvärhuggen. Måhända har den haft två föga markerade sidofåror, något som dock på grund af materialets beskaffenhet ej med säkerhet kunnat afgöras. Ögonlisterna äro obetydligt sneda; palpebralloberna, som äro måttligt stora, sitta på ett afstånd från glabellan, hvilket är något mindre än dennas halfva bredd. Facialsuturens grenar äro framåt konvergerande, bakåt divergerande skärande limben vid hufvudsköldens bakre, rundade hörn. De lösa kinderna halfcirkelformiga, jämförelsevis breda; urskärningen för ögat ligger något bakom midten. Kindtagg saknas.

Thorax synes nära öfverensstämma med den hos föregående art. Å 4 tillnärmelsevis hela exemplar kunna räknas 8 à 9 segment, med rhachis bredare än pleurorna; hvarje rhachisring har en tagg å midten. En antydan till granulering har kunnat förmärkas. Pleurorna ha sannolikt varit utdragna i taggar.

Intet något så när fullständigt pygidium säkert tillhörande denna art har anträffats. Det synes dock ha varit otandadt.

Arten har, som det tyckes, tämligen stor likhet med *B.? illænopsis*, men kan dock med lätthet skiljas från denna genom längre fram sittande palpebrallober och mindre sneda ögonlister. Från *B. hirsuta* Brögger skiljer den sig därigenom att glabellan afsmalnar framåt och genom mindre afstånd mellan palpebralloberna och glabellan.

Arten är anträffad endast i öfre delen af den acerocarezonen tillhöriga skiffern vid Andrarums pannhus, där den som redan nämnts förekommer tillsammans med *B.? illænopsis*.

Att jämte dessa båda arter äfven *Acerocare granulatum* Moberg och Möller förekommer vid nämnda fyndort framgår af en af Moberg (*1898*: 1) lämnad afbildning af denna art. Då emellertid densamma ej anträffats i det skiffermaterial, hvari de båda *Boeckia*-arterna funnits, torde den måhända förekomma på en något annan (lägre?) nivå än dessa.

Euloma primordiale n. sp.

Tafl. I, fig. 21, 22.

Bland det från vattenbassängen vid Sandby spritfabrik insamlade materialet föreligger äfven ett i orsten bevaradt caput jämte därtill hörande lös kind, hvilka tvifvelsutan tillhöra släktet *Euloma*. Så vidt hittills bekant uppträder eljes detta släkte först i ordovicium. Från den i ceratopygeregionen allmänna *Euloma ornatum* Ang. är vår art ifråga så tydligt skild, att jag, trots det ringa material som föreligger, ej tvekar att därpå grunda en ny art.

Glabellan är framåt afsmalnande, framtill tämligen tvärhuggen. Omgifven af djupa, breda axelfåror lyfter den sig dock föga öfver de fasta kinderna, som i likhet med glabellan äro starkt hvälfda och som ha ungefär samma bredd som denna. Äfven det främre brämet är nästan valkformigt. Hela hufvudet är omgifvet af en bred, kullrig limb, som genom en tydlig randfåra skiljes från öfriga skalet. Punktformiga fördjupningar i randfåran, sådana som hos *E. ornatum*, äro ej att se å det föreliggande exemplaret, som likvisst har midtsköldens limb mestadels afbruten. Glabellans sidofåror öfverensstämma till anordning och förlopp med dem hos *E. ornatum;* främsta parets äro dock ytterst svagt markerade. Nackringen bär å midten en kraftig tuberkel. Ögat, som är af medelstorlek, sitter vid kindens midt, sålunda relativt ganska långt fram; från den smala palpebrallobens främre ända går en tydlig ögonlist, helt svagt framåtriktad, bort mot glabellans främsta sidofåror. Lösa kinden, hvars inre del är väl hvälfd, löper baktill ut i en stark kindtagg. Facialsuturens främre gren går obetydligt utåtrikrad rätt fram till ytterranden, den bakre grenen, som är svagt S-formigt böjd, går snedt utåt bakåt, i stort sedt bildande med hufvudets bakre rand en vinkel af ungefär 45°.

Genom sin relativt smala, af raka dorsalfåror begränsade glabella, genom sina jämförelsevis små och långt fram sittande ögon samt genom det starkt bakåtriktade förloppet af facialsuturens bakre grenar väl skild från *Euloma ornatum* Ang.

I olenidskifferns öfversta del ha tid efter annan, dels af Moberg, dels af mig själf, vid såväl Jerrestad som Sandby (*F 15*) anträffats trilobitfragment (ett hufvud och fem pygidier) tillhörande familjen *Asaphidæ*. Efter hvad man dessförinnan trott sig känna, skulle asaphiderna i Skandinavien uppträda först i ordovicium. Då följaktligen kännedomen om de nämnda fynden, hvilka visa oss förelöparne till den sig sedermera så starkt utvecklande asaphidfamiljen, alltid måste vara af intresse, har jag underkastat fynden noggrann undersökning och anser mig jämväl, oaktadt de erhållna resultaten på grund af de fåtaliga fyndens mycket fragmentariska beskaffenhet ej kunnat bli de bästa, dock böra redogöra för desamma.

Niobe primaeva n. sp.

Tafl. I, fig. 23, 24.

Med detta namn betecknas en i orsten från Sandby, *F 15*, anträffad hufvudsköld, som i det stora hela, och särskildt genom beskaffenheten och anordningen af glabellans sidofåror, starkt erinrar om *N. insignis* Linrs., från hvilken den dock säkert skiljes såväl genom glabellans släta, ej punkterade skal och dess framtill mera jämnt afrundade kontur som därigenom, att facialsuturens grenar framom glabellan löpa samman i trubbig vinkel. Sistnämnda karaktär återfinnes bland våra hittills kända *Niobe*-arter endast hos *N. frontalis* Dalm. Hos en del andra asaphidsläkten såsom *Asaphellus* och *Asaphus* är den däremot antingen regel eller åtminstone allmänt förekommande.

Facialsuturens nämnda förlopp återfinnes som sagdt äfven hos *Asaphellus*, som enligt den begränsning Brögger[1]) gifvit detta släkte, intar en mellanställning mellan *Niobe* och *Megalaspis*, till hvilket senare släkte *Asaphellus* närmar sig, särskildt genom sina i taggar utdragna lösa kinder och genom hypostomats form. Tyvärr föreligga af *Niobe primaeva* hvarken lösa kinder eller hypostom, så att tillfälle till en mera ingående jämförelse mellan denna och *Asaphellus* helt saknas. Emellertid torde den distinkt fårade glabellan tillräckligt tydligt visa, att arten ifråga ej kan räknas som en *Asaphellus*.

Från den i England vid ungefär samma nivå anträffade *Niobe Homfrayi* Salter torde vår art säkert kunna skiljas genom facialsuturens förlopp, ett antagande som yttermera bekräftas däraf, att Brögger[2]) funnit likheten mellan nämnda engelska form och *Niobe insignis* så stor, att han anser dem sannolikt identiska.

I samma orsten som *Niobe primæva* ha anträffats tvänne pygidier, af hvilka det ena, det å tafl. I, fig. 24, afbildade, med en viss grad af sannolikhet torde kunna föras hit. Pygidiet ifråga har elliptisk ytterrand, något konisk, svagt segmenterad rhachis med cirka 8 segment; brämet är tämligen plattadt, med den inre, svagt segmenterade delen utan skarp gräns öfvergående i den jämnbreda, svagt holkade limben.

Hvad det andra tillsammans med *Niobe primæva* funna pygidiet beträffar, tillhör det en

Megalaspis n. sp.
Tafl. I, fig. 25.

Pygidiet, som är helt litet, med halfcirkelformig kontur, har rhachis genom endast vid dorsalfårorna tydligt markerade fåror uppdelad i 5 segment. Brämet, som omgifves af en skarpt afsatt, holkad, jämnbred limb, visar 4 mycket tydliga, klufna fåror af den för *Megalaspis*-arter vanliga typen.

Då ingen *Megalaspis* förut är känd från denna horizont, torde pygidiet säkerligen representera en ny art, för hvars närmare karaktärisering mera material dock måste afvaktas.

De öfriga tre pygidierna, af hvilka de två äro anträffade å samma skifferstycke vid Jerrestad, det tredje åter i orsten från vattenbassängen vid Sandby spritfabrik, äro på det hela taget så öfverensstämmande, att de på goda grunder kunna räknas till samma art, sannolikt tillhörande släktet *Megalaspis*. En mindre olikhet förefinnes måhända däri, att å exemplaren från Jerrestad rhachis synes en smula kortare och duplikaturen något bredare än å Sandby-exemplaret, en olikhet som dock möjligen kan bero på olika bevaringssätt. Deras karaktärer i öfrigt angifvas i följande beskrifning.

[1]) Brögger *1886*, s. 62.
[2]) Brögger *1896*, s. 33.

Megalaspis ? sp.

Tafl. I, fig. 26 och 27.

Pygidiets yttre kontur är något elliptisk. Rhachis, som är begränsad af raka sidofåror och ganska starkt afsmalnar bakåt, har 5(?) ytterst svagt markerade ringar. Brämet, som visar flera synnerligen otydligt framträdande tvåklufna ribbor, är omgifvet af en jämnbred limb, hvilken å det i orsten bevarade exemplaret är tämligen skarpt afgränsad. Duplikaturen visar en fin med ytterranden parallel striering.

Orthis sp.

Tafl. I, fig. 28, 29 samt antagligen 30—33.

MOBERG och MÖLLER ha *1898* (s. 278, tafl. 13, fig. 11—14) beskrifvit och afbildat en *Orthis* från zonen med *Parabolina megalops* vid Åkarps mölla. Deras beskrifning lyder: Enär alla exemplar äro starkt hoppressade, låter sig ej afgöra, om skalen möjligen haft någon ås eller sinus. Det vill synas, som hade ventralskalet varit väl hvälfdt och haft hög umbo; dorsalskalet torde ha varit mera platt. Låsranden är föga kortare än bredden af skalet. Detta täckes af skarpa, olikstora, radierande ribbor. På umbo räknar man 5 och 6 sådana, hvilka längre fram genom upprepad klyfning ökas till antalet, så att de vid undre randen bli omkring 30. Koncentrisk striering tyckes helt och hållet saknas [1]); härigenom synes arten vara skild från *O. lenticularis* WAHLENB., den enda brachiopod som man hittills känner från våra olenidskiffrar».

Denna beskrifning synes passa in på en brachiopod, som af mig anträffats i alunskiffer dels vid Jerrestad i zonen med *Parabolina heres*, dels vid Grönhögen i skiffer närmast under kalkbandet med sistnämnda fossil. Å de anträffade exemplarens alltid i svafvelkis bevarade skal är ytan något knottrig och finare ornering (såsom t. ex. en eventuell koncentrisk striering) ej att iakttaga. Arten synes mig, dels på grund af dess allmänna habitus, dels på grund af den geologiska horisont, på hvilken den förekommer, med all sannolikhet vara identisk med ofvannämnda af MOBERG och MÖLLER beskrifna *Orthis* sp. För bättre jämförelse har jag här i fig. 30—33 lämnat kopior af de nämnda författarnes ofvan citerade figurer.

B. Fossil från dictyograptusskiffern och oboluslagren.

Hysterolenus Törnquisti MOBERG.

Tafl. II, fig. 1—4.

1898. *Hysterolenus Törnquisti* MOBERG, s. 318, tafl. 17, fig. 1—9.

Arten är af MOBERG anträffad i ett kalkstensband tillhörigt zonen med *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. forma typica vid Sandby, lokal *F 7*.

[1]) Att en fin koncentrisk striering dock tillkommer arten, visa ett par relativt väl bevarade exemplar, hvilka jag påträffat vid granskning af det i Lunds Geolog. Museum förvarade material, som MOBERG och MÖLLER själfva insamlat i de nämnda lagren.

FEARNSIDES uppgifver (*1907*, s. 262), att han i en orsten i Verkaån vid Andrarum funnit *Hysterolenus* tillsammans med en tidig typ af *Dictyograptus*. Bestämdt felaktig är samma författares uppgift, att arten ifråga skulle vara funnen i nordbaltiska silurområdet tillsammans med *Shumardia* och grenar af en graptolit. Enda grund för denna utsago af FEARNSIDES torde vara, att WIMAN från Biluddens ceratopygeskiffer (*1902*: 1, s. 65) omtalat skalfragment med ornering »lik den hos *Apatocephalus serratus* S. et B. eller *Hysterolenus Törnquisti*.»

Hysterolenus ? levicauda MOBERG.

Tafl. II, fig. 5.

1906. *Hysterolenus levicauda* MOBERG och SEGERBERG, s. 84, tafl. 4, fig. 40.

Anträffad vid Sandby i samma kalkstensband som den föregående.

Boeckia Mobergi WIMAN.

Tafl. II, fig. 6—9.

1902. *Boeckia Mobergi* WIMAN (*1902*: 2), s. 81, tafl. 5, fig. 9—14.

Anträffad i orstensbollar i skiffer med *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. vid Nybränna å Tåsjöberg i Ångermanland.

Acerocare sp.

1902. *Acerocare* sp. WIMAN (*1902*: 2), s. 82, tafl. 5, fig. 15.

I orsten vid Tåsjöberg har WIMAN funnit ett fragment af ett förmodligen släktet *Acerocare* tillhörande pygidium, hvilket förekom tillsammans med *Boeckia Mobergi* WIMAN.

Eremos bryograptorum n. g. et n. sp.

Tafl. II, fig. 12.

1906. *Eremos bryograptorum* (WGD mscr.) MOBERG och SEGERBERG, s. 75, tafl. 3, fig. 24.

Det afbildade exemplaret, det enda som hittills anträffats, är funnet vid Fogelsång, *E 18 a*, i gränslagren mellan zonen med *Clonograptus* och zonen med *Dictyograptus flabelilformis* var. *norvegica*.

Hyolithus sp.

1902. *Hyolithus* sp. WIMAN (*1902*: 1), s. 62, tafl. 3, fig. 18.

En ej närmare bestämbar stenkärna, som af WIMAN anträffats i block af obolussandsten på ön Fanton i trakten af Östhammar.

Capulus ? simplex Moberg.

Tafl. II, fig. 13 a—c.

1906. *Capulus? simplex* Moberg och Segerberg, s. 73, tafl. 3, fig. 21.

Af Moberg anträffad tillsammans med *Hysterolenus* och *Obolus Salteri* i dictyograptusskifferns kalkstensband vid Sandby.

Obolus (Bröggeria) Salteri Holl sp. (var.?).

Tafl. II, fig. 17—19.

1902. *Obolus (Bröggeria) Salteri* Walcott, s. 605.

1906. » » » Moberg och Segerberg, s. 64, tafl. 1, fig. 27—30.

Arten är i regel vanlig i hela dictyograptusskiffern och når upp i ceratopygekalken.

Enligt Moberg synes det som om någon åtskillnad skulle förefinnas mellan formseriens äldsta och yngsta representanter. »Exemplaren från dictyograptusskiffern äro nämligen till konturen mera jemnt rundade, mindre triangulära och med mindre rak undre rand, de äro vidare mera jemnt hvälfda än ceratopygekalkens, som ej sällan visa sig temligen plattade utefter skalets midt.» Då enligt Moberg de exemplar Holl afbildar visa större öfverensstämmelse med dem från ceratopygekalken, torde måhända den i vår dictyograptusskiffer uppträdande formen snarast böra betraktas som en varietet af den af Holl uppställda arten.

Obolus Apollinis Eichwald.

Tafl. II, fig. 14—16.

1896. *Obolus Apollinis*, Mickwitz, s. 133, tafl. 1, fig. 1—14.

1898. » » , Walcott, tafl. 26, fig. 3—6.

Arten är omtalad från Dalarnes[1]) oboluslag, från det af glaukonitsand öfverlagrade konglomeratet vid Horn å norra Öland[2]) samt i lösa block från det nordbaltiska siluromrädet[3]).

Obolus triangularis Mickwitz.

1896. *Obolus triangularis* Mickwitz, s. 145, tafl. 2, fig. 7—12.

Denna art är enligt Mickwitz[4]) anträffad tillsammans med *O. Apollinis* i Dalarnes oboluslag.

Obolus celatus Volb. var. **orbiculatus** Mickwitz.

1896. *Obolus celatus* Volb. var. *orbiculatus* Mickwitz, s. 163, tafl. 2, fig. 21, 22.

Wiman angifver (*1902:* 1) efter bestämning af Mickwitz denna art vara funnen i ett block af obolussandsten från det nordbaltiska siluromrädet.

[1]) Mickwitz *1896*, s. 30.
[2]) Holm *1885*, s. 11 och Mickwitz *1896*, s. 30.
[3]) Wiman *1902*: 1, s. 62.
[4]) Mickwitz *1896*, s. 30.

Obolus obtusus MICKWITZ?

? 1896. *Obolus obtusus* MICKWITZ, s. 167, tafl. 2, fig. 23, 24, 33, 34.

Äfven denna art är enligt WIMAN (*1902*: 1) anträffad i block från nordbaltiska silurområdet.

Lingulella lepis SALTER?

Tafl. II, fig. 20—22.

1866—1871. *Lingula* (?) *lepis*, DAVIDSON, s. 54, tafl. 3, fig. 54—58.

1882. *Lingulella lepis*, BRÖGGER, s. 44, tafl. 10, fig. 5.

Arten är för ofullständigt känd, för att tillåta en säker identifiering; men synes med hänsyn till form och skulptur öfverensstämma med *L. lepis* SALTER.

Den är anträffad sparsamt i dictyograptusskifferns öfversta del på alla de ställen, där denna varit tillgänglig, hvarjämte den observerats i Ölands ceratopygeskiffer.

Lingula ? corrugata MOBERG och SEGERBERG.

Tafl. II, fig. 23.

1906. *Lingula? corrugata* MOBERG och SEGERBERG, s. 63, tafl. 1, fig. 21.

Skalets inre okändt och släktbestämningen följaktligen osäker.

Anträffad i dictyograptusskifferns mellersta del vid Flagabro.

Lingula? bryograptorum MOBERG och SEGERBERG.

Tafl. II, fig. 24 a, b.

1906. *Lingula? bryograptorum* MOBERG och SEGERBERG, s. 63, tafl. 1, fig. 22.

Äfven här är släktbestämningen osäker på samma grunder som under föregående art anförts.

I öfversta delen af subzonen med *Bryograptus Kjerulfi* vid Fogelsång *H 2 b*.

Acrotreta sp.

Tafl. II, fig. 25 a, b.

Endast det afbildade exemplaret har anträffats i undre delen af subzon *c* vid Fogelsång *E 18 a*.

Dictyograptus flabelliformis EICHW. forma typica.

Tafl. III, fig. 1—6.

1882. *Dictyonema flabelliforme*, TULLBERG (*1882*: 1), s. 20, tafl. 3, fig. 1—4.

1882. *Dictyograptus flabelliformis* forma typica, BRÖGGER, s. 31, tafl. 12, fig. 17—19.

1895. *Dictyonema flabelliforme*, WIMAN, s. 55, tafl. 10, fig. 13—14.

1904. » » , RUEDEMANN, s. 599, tafl. 1, fig. 1—22.

En fullständig beskrifning af denna vår äldsta kända graptolit[1]) torde väl

[1]) Visserligen ha graptoliter i ett par fall omtalats äfven från äldre lag än dictyograptusskiffern, men bevaringssättet har tyvärr alltid varit sådant, att det ej tillåtit deras beskrifning.

Sålunda har NATHORST (*1869*, s. 62) i lagren med *Peltura scarabœoides* WAHL. vid Andrarum funnit »ett enda exemplar af en graptolit af ovanlig form», hvilken han i ett senare ar-

kunna få anses här öfverflödig, och åtnöjer jag mig med att hänvisa till BRÖGGERS eller RUEDEMANNS ofvan citerade arbeten. Några af de iakttagelser, till hvilka särskildt mitt material gifvit anledning, torde dock böra omnämnas.

Alla exemplar med väl bevaradt proximalparti visa en tydlig sicula[1]). De från dennas bredare ända utgående, till en början ofta, senare mera sällan, på oregelbundna afstånd dichotomt delade, slutligen subparallela grenarna äro genom smala tvärtrådar så förenade, att de tillsammans bilda ett strutformigt gallerverk. Thecor synas i regel endast å inre sidan af de grenar, som bilda det efter sammanpressningen solfjäderformiga polypariets yttre kontur; de äro uniserialt ställda och sitta så tätt, att 15 à 16 stycken räknas på en längd af 10 mm (BRÖGGER uppgifver ungefär 12 à 13 på samma längd). På ett par exemplar, som jag lyckats klyfva så, att inre sidan blottats, visar större delen af grenarna tydliga, i rad sittande thecor. Stundom finner man dock å nämnda exemplar de thecor, som sitta midt för en tvärtråd, vettande något litet åt den tvärtråden motsatta sidan. Då likväl denna, om sicksackställning i viss mån påminnande, anordning af thecorna, observerats endast hos sådana med nämnda ställning i förhållande till tvärtrådarne, torde densamma antagligen blott vara förorsakad af den spänning, som uppstått i nätet, då polypariet efter inbäddningen sammanpressats. Att thecorna hos släktet *Dictyograptus* verkligen varit uniserialt ställda synes för öfrigt mycket tydligt å det i min figur *7 b*, tafl. III, afbildade exemplaret. De ha, såsom ju redan BRÖGGER påpekat, suttit å grenarnas inre sida och varit vända mot det strutformiga polypariets axel. Ett i svafvelkis bevaradt exemplar visar att thecorna äro fullt ensartade, fint tvärstrierade, strutformiga, mot mynningen starkare vidgade, så att deras yttre rand blir konkav; hvarje theca täcker till nära hälften den följande.

Tvärtrådarna, som saknas å mycket unga exemplar och å proximalpartiet hos alla polyparier, uppträda på ganska oregelbundna afstånd. Ej sällan är en tvärtråd stämgaffellikt klufven, fästad vid ena grenen i en, vid den andra i två punkter.

---

bete (*1876*, s. 271) ansåg vara »antagligen identisk med eller närstående LINNARSSONS *Dichograptus tenellus*». Med den kännedom, man nu har om nämnda arts plats i lagerserien, är det tydligt, att NATHORSTS sistnämnda uttalande ej kan vara riktigt. — MOBERG afbildar och beskrifver (*1902*) ett egendomligt, graptolitliknande fossil från Andrarums olenidskiffer, hvilket han anser möjligen kunna vara NATHORSTS förmodade graptolit. Visserligen kan han ej tolka fossilet ifråga, men att det ej är en graptolit, därom anser han sig kunna vara säker.

BRÖGGER uppgifver (*1882*, s. 37, not 2) sig redan i sina zoner 1 c och 1 d vid Krekling, således i paradoxidesskiffer, ha funnit spår af graptoliter.

Enligt MATTHEW (*1891*, s. 342) förekommer vid St. John (Canada) *Bryograptus* tillsammans med de tidigaste exemplaren af *Dictyograptus*, *under* den egentliga dictyograptuszonen. På grund häraf och alldenstund unga individ af *Dictyograptus* ha ett *Bryograptus*-liknande utseende, är MATTHEW af den mening, att *Bryograptus* är äldre än *Dictyograptus*.

[1]) Ett exemplar från Jerrestad visar siculans spets tydligt tvåklufven. Säkerligen är detta emellertid endast förorsakadt af att den blifvit uppflackt. Månhända är det något analogt som föranledt MATTHEW (*1895*, tafl. 49) att hos *D. flabelliformis* antaga en rotlik utvidgning af polypariets proximala ända.

Bland mina till bortåt ett hundratal uppgående exemplar med tydligt proximalparti har jag aldrig lyckats finna något, hvars nema, på sätt RUEDEMANN (*1904*, tafl. 1, fig. 10) angifver, ändas i en »primär disk».

Grenarnas dorsalsida är å ej helt tillplattade exemplar alltid försedd med längslöpande, undulerande fåror, som aldrig synas å de yttersta i profil framträdande grenarna. BRÖGGER anser denna »skrynkling» högst sannolikt förorsakad endast af sammanpressningen, en åsikt till hvilken äfven jag är böjd ansluta mig, såtillvida nämligen att jag anser de nämnda fårorna vara de tracer, till hvilka två konsekutiva, hvarandra delvis täckande, strutformiga thecor, då de pressas på hvarandra, måste gifva upphof. I någon mån kan möjligen också tvärtrådarnas insereriug ha bidragit till fenomenet ifråga.

Ej sällan har en gren af någon anledning afstannat i växten, hvarvid de båda densamma å ömse sidor närmaste grenarna snart blifvit sinsemellan direkt förbundna af tvärtrådar. I ett fall (se min fig. *4*, tafl. III) har observerats en rad intryck efter thecalmynningar i fortsättningen af en dylik, skenbart afbruten gren. Det vill häraf synas som skulle understundom en gren kunna fortväxa äfven efter att hafva lösgjorts ur det nät, som polypariet i öfrigt bildar.

Såsom flere författare tidigare framhållit, synes *Dictyograptus flabelliformis* hafva varit underkastad en ej obetydlig variation, dels i fråga om grenarnes inbördes afstånd, dels beträffande tvärtrådarnas tjocklek och talrikhet. Hos forma typica kan man å midten af polypariets distala del räkna 7 à 9 grenar på en bredd af 10 mm. Tvärtrådarna äro hos denna helt smala och ej så synnerligen talrika, hvarigenom nätets maskor blifva relativt stora och rektangulära. Möjligt är måhända att kontinuerliga öfvergångar till de längre fram omnämnda två varieteterna kunna vara till finnandes.

Dictyograptus flabelliformis forma typica förekommer i dictyograptusskifferns båda undre subzoner (*a* och *b*). Den är anträffad vid Sandby (i zon *a*), Flagabro (i zon *b*), Tosterup (i zon *b*?), Jerrestad (i zonerna *a* och *b*), å Öland (i zon *a*), i Östergötland vid Knifvinge, Pålstorp, Vestanå och Storberg (i zon *a* och vid sistnämnda ställe äfven i zon *b*), i Vestergötland vid Nygård, Klefva och Orreholmen (i zon *a*), samt vid Tåsjöberg i Ångermanland. Dessutom är den funnen i lösa block på flera ställen.

Arten är också känd från utlandet såsom förekommande på alla de ställen, hvarifrån typisk dictyograptusskiffer är omtalad (se »Inledningen»). Identisk med densamma är den från England beskrifna *Dictyonema sociale* SALTER.

Dictyograptus flabelliformis EICHW. var. **conferta** LINRS. mscr. [1]).

Tafl. III, fig. 7 a, b.

1882. *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. var. *conferta* (LINRS. mscr.), BRÖGGER, s. 35.

Enligt BRÖGGER karaktäriseras denna varietet däraf, att polypariet har utseendet af ett *fint* och *tätt* nät, hvarvid dock tvärtrådarna alltid äro helt tunna i förhållande

[1]) *1894* beskref POČTA en *Dictyonema confertum* från Böhmen. Då emellertid denna art förekommer i gotlandiska lager (BARRANDES etage *E 2*), torde den sannolikt ej tillhöra släktet *Dictyograptus* utan det längre fram omnämnda *Dictyodendron* n. g. Skulle dock en framtida undersökning mot förmodan visa, att nämnda böhmiska form verkligen är en *Dictyograptus*, måste naturligtvis nytt artnamn väljas för den ena af de båda ifrågavarande formerna.

till grenarna. Denna beskrifning passar väl in på några af mina exemplar från Östergötland. Grenarna synas hos dessa vara en smula tunnare, än hvad fallet är med dem hos forma typica. På midten af polypariets distala del kan räknas ända till 13 grenar på en bredd af 10 mm. Maskorna ha subkvadratisk form. På en längd af 10 mm finnas 16 thecor. Polypariets tvärdiameter är ringa i förhållande till längden; proximalpartiet jämförelsevis spetsigt.

Ifrågavarande varietet har anträffats vid Pålstorp och Knifvinge, i öfre delen af den här utbildade dictyograptusskiffern (subzon *a*), samt vid Storberg vid nämnda skiffersvits bas.

Denna varietet är af BRÖGGER omnämnd från Norge. MATTHEW omtalar (*1891*, s. 342) en snarlik form från understa delen af de dictyograptusförande skiffrarne vid S:t Johns hamn å Navy Island.

Dictyograptus flabelliformis EICHW. var. **norvegica** KJERULF.

Tafl. III, fig. 8 och 9.

1865. Dictyonema norvegicum KJERULF, s. 2, fig. 1.

1882. Dictyograptus flabelliformis EICHW. mut. *norvegica*, BRÖGGER, s. 36.

De grenarna sammanbindande tvärtrådarna äro tjocka, stundom af samma tjocklek som själfva grenarna, samt talrika, hvarför också maskorna i det nätformiga polypariet äro små, med afrundade hörn, stundom nästan cirkelrunda. Exemplar med proximalpartiet i behåll äro ytterst sällsynta; endast två dylika föreligga, båda från Grönhögen (Öland). Det ena, som är relativt litet, visar tydligt polypariets strutform samt dess sicula. Det andra åter är, oaktadt dess distala del saknas, dock 11,5 cm långt och 13 cm i tvärdiameter; de yttersta grenarna i det efter sammanpressningen solfjäderformiga polypariet äro alltså starkt divergerande. Thecor ha ej med full säkerhet kunnat observeras.

Att denna varietet i regel endast träffas i större eller mindre fragment, beror naturligtvis i någon mån på de stora dimensioner polypariet når, något som i sin ordning väl kan tänkas vara en följd af den stora stadga, de grofva tvärtrådarna förlänat detsamma.

Förekommer framför allt i dictyograptusskifferns öfversta del (subzon *c*), hvari den funnits vid Fogelsång (lokalerna *H 1*, *E 18 a* och *E 19*), Jerrestad och Grönhögen. Vid Knifvinge ha dock ett par exemplar, hvilka väl torde få räknas till denna varietet, anträffats i dictyograptusskifferns understa lag tillsammans med forma typica.

Äfven i Norge uppträder denna form enligt BRÖGGER (*1882*) i dictyograptusskifferns öfre del.

Beträffande den ställning *Dictyograptus flabelliformis* intar i det zoologiska systemet synas palaeontologerna för tillfället ganska allmänt vara af den mening, att densamma tillhör gruppen *Dendroidea* NICH. Sedan HOLM och WIMAN visat, att gotlandiska arter, som förts till detta släkte, tillhöra *Dendroidea*, kom man naturligtvis lätt därhän, att alla till *Dictyograptus (Dictyonema)* räknade arter och sålunda

äfven *D. flabelliformis* äro dendroida graptoliter. Såsom redan HOLM (*1890*, s. 8) framhållit, är emellertid kännedomen om de till släktet *Dictyograptus* (*Dictyonema*) hänförda arterna i många fall ytterst ofullständig, hvarigenom ock dit förts arter, som där ej ha sin plats.

BRÖGGER framhåller (*1882*, s. 35), hurusom *D. flabelliformis* endast högst obetydligt afviker från de äkta graptoliterna (*Graptoloidea* LAPW.). Den enda karaktär, hvarigenom denna art möjligen skiljer sig från de äkta graptoliterna, vore, enligt BRÖGGER, saknaden af virgula — om framtida undersökningar verkligen skulle ådagalägga att sådan saknas — hvilket han dock betviflar. Vi veta ju emellertid nu, att familjen *Dichograptidæ*, den familj, till hvilken *D. flabelliformis* då den räknas till gruppen *Graptoloidea* måste hänföras, just är i saknad af virgula. Närvaron af tvärtrådar, som tjäna att sammanhålla det vidt förgrenade polypariet, är såsom BRÖGGER påpekar en karaktär af underordnad betydelse, hvilket ock tydligt framgår däraf att unga individ helt sakna tvärtrådarne.

Såsom ofvan nämnts utvecklas *Dictyograptus flabelliformis* i likhet med de äkta graptoliterna från en sicula, något som ej kunnat påvisas vara fallet med någon annan af de till samma släkte hänförda svenska arterna.

Alla thecor hos denna art äro af *ett* slag; gonangier ha å densamma aldrig iakttagits. WIMAN omtalar (*1895*, s. 55) att han trots flitigt sökande ej lyckats finna dylika. RUEDEMANN omnämner (*1904*, s. 604), att det från New York härrörande material, hvilket legat till grund för hans beskrifning af denna art, visserligen ej visar gonangier och knoppningsindivid, men »indicates the presence of smaller tubiform thecae also in this species, for some thecae are distinctly bipartite, or longitudinally divided». Denna tudelning af thecorna synes emellertid, efter RUEDEMANNS afbildningar att döma (se t. ex. hans figur 8, tafl. 1), ej vara någon tudelning, utan två successiva, ensartade thecor, af hvilka den distala ännu ej hunnit helt utväxa.

WIMAN påstår (*1895*) att grenarne hos *Dictyograptus flabelliformis* ej såsom grenarne hos en äkta graptolit äro uppbyggda enbart af thecor utan af flera längsgående rör. Ett bevis härför ser han redan däri, att grenarnes dorsalsida visar flera längslöpande fåror, såsom synes å BRÖGGERS[1]) fig. 18 a, tafl. 12, och å WIMANS[2]) fig. 13, tafl. 10. Jag kan ej biträda denna WIMANS tolkning af ifrågavarande »skrynkling», utan anser densamma hafva uppkommit vid sammanpressningen, på sätt för hvilket ofvan redogjorts. Ett tvärsnitt af en i relief bevarad gren skulle naturligtvis afgöra denna fråga. WIMAN afbildar (*1895*) ett dylikt snitt (tafl. 10, fig. 14), hvilket dock är skäligen ofullständigt och, som det synes mig, icke särdeles upplysande. Detsamma visar visserligen ej någon öfverensstämmelse med *Graptoloidea*, men ej heller med *Dendroidea*.

Dictyograptus flabelliformis bör alltså säkerligen ej föras till *Dendroidea* utan till *Graptoloidea* och närmare bestämdt till familjen *Dichograptidæ*, så vidt man ej som ju också föreslagits föredrar att för släktet upprätta en egen familj *Dictyograptidæ*.

[1]) BRÖGGER *1882*.
[2]) WIMAN *1895*.

Men då de gotlandiska arter, som förts till detta släkte, bevisligen tillhöra den förra af de båda nämnda grupperna, är det tydligt, att de ej kunna föras till samma släkte som *Dictyograptus flabelliformis*. Om nu denna, som sig bör, får behålla sitt gamla släktnamn, måste följaktligen för de gotlandiska och de med dessa analoga formerna ett nytt släkte upprättas, för hvilket jag vill föreslå benämningen *Dictyodendron* n. g.

I detta sammanhang må ock erinras om de motsägelser, till hvilka man kommer, om man i likhet med hvad hittills skett sammanblandar *Dictyograptus* med *Dictyodendron*. Så framhåller Holm (*1890*, s. 8), hurusom släktet *Dictyograptus* med den omfattning, man hittills gifvit detsamma, »i motsats till alla andra graptolitslägten, hvilka städse visat sig begränsade till ganska inskränkta horizonter, skulle ega en ofantlig vertikal utbredning, i det detsamma alltså skulle vara både det först uppträdande och sist utdöende, samt således fortlefvat ända från slutet af den *Kambriska* till midten af den *Devoniska tiden*».

På tal om sambandet mellan graptoliternas olika grupper säger Wiman (*1895*, s. 67), att det synes honom enklast antaga att *Graptoloidea* och *Dendroidea* äro två parallela stammar. Är så ej fallet, och äro graptoliterna verkligen besläktade, så måste, säger han, såvida båda grupperna äro skilda, den ena vara äldre än den andra, en möjlighet som också af honom diskuteras. Hans tankegång är följande: Då *Dictyograptus flabelliformis*, vår äldsta säkert kända graptolit, är en dendroid, måste *Dendroidea* vara äldre än *Graptoloidea*, och den senare gruppen ha utvecklats af den förra. Man skulle då vänta att hos thecorna till *Graptoloidea* finna något drag, som påminde om den mera invecklade thecalbyggnaden hos *Dendroidea*, hvilket likvisst, möjligen med undantag af siculans initialdel, ej är fallet. Wiman framhåller dock, att en dylik uppfattning af siculans initialdel ingalunda är nödvändig.

Under antagande af släktskap mellan ifrågavarande grupper vore det emellertid, såsom Wiman själf anmärker, vida sannolikare att *Dendroidea* utvecklats af *Graptoloidea*, redan på den grund, att arbetsfördelningen ofta i en koloni frambringar olikheter hos dess individer. En dylik utvecklingsgång vore naturligtvis oförenlig med antagandet, att redan den äldsta graptoliten, *Dictyograptus flabelliformis*, skulle tillhöra *Dendroidea*.

Då unga individ af sistnämnda art äro så öfverensstämmande med *Bryograpti* af *Kjerulfi*-typ, att någon skillnad dem emellan svårligen torde kunna uppdragas, synes det mig för öfrigt som skulle nu gängse uppfattning af den systematiska ställningen för *Dictyograptus flabelliformis* med nödvändighet medföra den konsekvens, att äfven *Bryograptus* måste räknas till *Dendroidea*, något som för resten Wiman också anser ej helt osannolikt (*1895*, s. 25). En dylik systematik står dock i strid med den rådande uppfattningen af släktet *Bryograptus*. Och några unga exemplar af *Bryograptus Hunnebergensis*, som jag afbildat (tafl. V, fig. 19 och 20), visa dessutom också med all önskvärd tydlighet ifrågavarande släktes samhörighet med familjen *Dichograptidæ*.

Ej nog med dylika motsägelser, det måste ock förefalla märkvärdigt, att *Dendroidea* skulle uppträda vid basen af ordovicium, helt saknas i den därpå

följande undre didymograptusskiffern med dess synnerligen rika graptolitfauna och först sedermera i högre siluriska lager åter framträda.

Det är tydligt, att dylika svårigheter ej förefinnas, då man erkänner, att släktet *Dictyograptus,* med *D. flabelliformis* som typ, är en dichograptid och sålunda tillhör *Graptoloidea,* under det att det i vårt land endast från gotlandium kända släktet *Dictyodendron* tillhör *Dendroidea.*

Slutligen må ock omnämnas ett uttalande om ifrågavarande art, hvilket W. G. Fearnsides nyligen (*1907*, s. 260) lämnat. Nämnde författare, som stöder sin åsikt hufvudsakligen på undersökningar öfver artens uppträdande vid Krekling i Norge, påpekar, hurusom arten visar tydliga mutationer, något som Brögger tidigare framhållit. Enligt Fearnsides visa de tidigaste exemplaren synnerligen otydliga, små thecor, tättställda grenar och tunna men talrika tvärtrådar. Af denna typ skulle högre upp i lagerserien utvecklas två distinkt skilda familjer, af hvilka den ena, *Dictyograptus*, närmar sig de äkta graptoliterna, den andra åter, *Dictyonema* sensu stricto, skulle vara nära besläktad med *Dendroidea.* Den förra karaktäriseras af tydliga, uniserialt ställda thecor; vinkeln mellan de från en relativt kort sicula utgående grenarna är liten, så att det sammanpressade polypariets yttersta grenar med hvarandra bilda mindre än 90° och det hela snarast haft formen af en ryssja; tvärtrådarna bli sedan allt färre och uteblifva slutligen helt och hållet. *Dictyonema* åter har små, spiralformigt ställda thecor och buktande longitudinal striering å grenarne; proximalpartiet har haft korgform, något som framgår däraf, att i det sammanpressade polypariet de yttersta grenarna med hvarandra bilda en vinkel af ungefär 160°; grenarne utväxa från en lång smal nema och tvärtrådarne tilltaga i bredd, så att de slutligen på exemplar i yngre lager ha samma tjocklek som grenarne.

Utan att vilja inlåta mig på en närmare kritik af denna som mig synes egendomliga tolkning, kan jag dock framhålla, hurusom det rikhaltiga svenska material af *Dictyograptus flabelliformis*, hvilket jag haft till mitt förfogande, i intet hänseende lämnar något stöd för Fearnsides' åsikt. Och då denne (l. c.) påstår, att vid Flagabro »the gradual mutation of *Dictyonema* type along the lines suggested at Krekling can be followed in all details», synes detta egendomligt redan på den grund, att endast den mellersta af dictyograptusskifferns tre subzoner, den som karaktäriseras af *Dictyograptus flabelliformis* tillsammans med *Clonograptus tenellus* med *var.* samt *Bryograptus Hunnebergensis,* för närvarande här är blottad. Det tämligen rikliga material jag själf insamlat från nämnda fyndort visar sig ej heller på något sätt bekräfta Fearnsides' påstående. Nämnde författare uppgifver, som sagdt, att somliga exemplar visa proximalpartiet korgformigt, andra åter mera tillspetsadt. Exemplar af såväl ena som andra slaget har nog jag också funnit, men hos alla visa de yttersta grenarne otvetydigt, att thecorna äro uniserialt, ej spiralt ställda. Den undulerande längslöpande striering å grenarne, hvilken enligt Fearnsides speciellt karaktäriserar hans »*Dictyonema* sensu stricto», återfinnes å alla ej helt tillplattade exemplar af här ifrågavarande graptoliter.

Släktena **Bryograptus** Lapw. och **Clonograptus** Hall.

Som bekant stå vissa former af släktena *Bryograptus* och *Clonograptus* hvarandra så nära, att en hvar, som sysslat med de nämnda genera, säkerligen mer än en gång känt sig frestad ifrågasätta, huruvida det ej vore möjligt, att hvad som uppfattats som skilda släkten i själfva verket kunde vara blott ett enda: i händelse af polypariets nedpressning i ett plan vinkelrätt mot siculans längdriktning, komme graptoliten att kallas en *Clonograptus*, om det åter hoppressats i ett plan parallelt med nämnda riktning, komme den att räknas som en *Bryograptus*. Åtminstone har jag ofta varit benägen antaga, att former sådana som t. ex. *Bryograptus Hunnebergensis* Mbg och *Clonograptus tenellus* Linrs. var. *hians* Mbg, i själfva verket vore samma art, som hoppressats, än på det ena, än på det andra af de ofvan angifna sätten, en tolkning, som äfven tyckes stödas däraf, att thecorna hos ifrågavarande båda former äro alldeles lika.

Då emellertid *Bryograptus*- och *Clonograptus*-former i regel förekomma hvar för sig och på bestämda nivåer, torde det ej vara möjligt annat, än att polypariernas nuvarande habitus också varit den ursprungliga, eller rättare står i nära relation till den ursprungliga. Man måste sålunda antaga, att *Bryograptus* verkligen haft (de styfva?) grenarne mer eller mindre afvikande från horisontalplanet, under det att arterna af *Clonograptus* haft (de mera slaka?) grenarna utbredda i nämnda plan.

I alla händelser stå de tre släktena *Dictyograptus*, *Bryograptus* och *Clonograptus* hvarandra så nära, att de nödvändigt måste hänföras till samma grupp, och, som jag nyss antydt samt i det följande närmare skall visa, öfverensstämma vissa till släktet *Bryograptus* räknade former i fråga om proximalpartiets byggnad så fullständigt med släktet *Didymograptus*, att, då detta senare föres till *Graptoloidea*, äfven *Bryograptus* (och *Dictyograptus*) måste räknas dit.

Bryograptus Hunnebergensis Moberg.

Tafl. V, fig. 10—20, 23 samt möjligen 21 och 22.

1892. *Bryograptus? Hunnebergensis* Moberg, s. 92, tafl. 2, fig. 5—7.

Då Moberg hänförde denna art till släktet *Bryograptus* Lapworth, skedde detta endast med en viss tvekan, enär vinkeln mellan de primära grenarne är trubbig och förgreningen tämligen regelbunden, karaktärer, hvilka ej syntes passa alldeles hop med den ursprungliga diagnosen för släktet. Som mina afbildningar visa, kan emellertid förgreningen ofta vara mycket oregelbunden. Förgreningens beskaffenhet utgör således intet hinder för att hänföra denna art till släktet *Bryograptus*. Hvad åter vinkeln mellan de primära grenarna angår, är densamma hos arten i fråga ansenligt mer än 90° och alltså vida större än hos de arter, för hvilka ifrågavarande släktnamn först uppställdes, men senare har tydligen släktdiagnosen med hänsyn till denna karaktär vidgats, då till detta släkte hänförts sådana arter såsom *Bryograptus retroflexus* Brögger och *B. divergens* Elles et Wood, af hvilka den förra visar ännu större divergensvinkel mellan primärgrenarna än *Br. Hunnebergensis*. Arten torde därför, som här skett, utan tvekan kunna hänföras till släktet *Bryograptus*.

Siculan har en längd af 1 à 1,5 mm. De primära grenarne, som med hvarandra bilda en vinkel af 110° à 140°, dela sig i regel efter andra thecan dichotomt i två sekundära grenar bildande en inbördes vinkel af 45° à 90°. Stundom fortsätter den ene af de sekundära grenarne i förlängningen af den primäre. Någon gång visa äfven de sekundära grenarne på tämligen stort afstånd från primärgrenen åter dichotom förgreuing. Grenar af högre ordning än den tredje har jag ej iakttagit. Ej sällan fortsätter den ene af de primära grenarne ogrenad.

Man kan i regel räkna 10 à 12 thecor på 1 mm. De täcka hvarandra till knappast hälften af sin längd och bilda en vinkel af inemot 30° med grenens dorsalkant. Yttre väggen är något litet konkav. Mynningsranden är nära vinkelrät mot grenens dorsalkant.

Ett par i relief (i svafvelkis) bevarade exemplar (fig. 19—21) visa, bättre än beskrifning, proximalpartiets byggnad. Originalen till fig. 19 och 20 ha anträffats tillsammans på ett skifferstycke, de till fig. 21 och fig. 22, hvilken senare längre fram skall omtalas, likaledes på ett annat. De två förstnämnda, af hvilka fig. 19 visar antisiculasidan och fig. 20 siculasidan, ha proximaldelen byggd i fullkomlig öfverensstämmelse med HOLMS afbildningar (*1895*, tafl. 1, fig. 1—8) af *Didymograptus* och WIMANS (*1895*, tafl. 9, fig. 6, 7) af en dichograptid. Nära siculans spets utgår den knopp, som ger upphof till första sinistralthecan och första dextralthecan. Å de i fig. 19 och 20 afbildade exemplaren utgår nämnda knopp från siculans vänstra sida (vid orienteringen tänkes siculasidan vänd mot åskådaren och siculans spets uppåt), å det i fig. 21 afbildade, som dock med tvekan hänföres till denna art, däremot från den högra. Enligt HOLM skulle ifrågavarande knopp alltid uppstå på en och samma sida af siculan i förhållande till polypariets senare utveckling, men WIMAN framhåller, att enligt hans iakttagelser detta ej alltid är händelsen. Att det i fig. 21 afbildade exemplaret i nämnda hänseende afviker från de båda öfriga, behöfver alltså ej utgöra hinder för att hänföra detsamma till *Br. Hunnebergensis.*

Fig. 22 afviker skenbart helt och hållet från de tre nyssnämnda. Det synes mig emellertid mest sannolikt, att i detta fall en gren af *ett* exemplar kommit att ligga öfver *ett annat*, hvarvid grenen tillfälligtvis erhållit ett sådant läge, att man frestas antaga en af dess thecor vara det andra exemplarets sicula. Jag har dock ansett mig böra medtaga äfven denna figur för den händelse, att nämnda tolkning mot förmodan skulle kunna visas vara oriktig.

Å såväl sicula som thecor synas tillväxtlinjerna i form af en fin tvärstriering. Siculans icke tvärstrierade initialdel har jag ej med säkerhet kunnat iakttaga.

Såsom ofvan nämnts, händer det ej sällan, att den ene primäre grenen ej delar sig, och om detta, hvilket någon gång inträffar, är händelsen med *båda* primärgrenarne, uppkommer tydligtvis en form, som enligt vanligt bruk borde benämnas *Didymograptus*. Då emellertid dels de egentliga *Didymograpti* uppträda först i yngre lag, dels förgreningen hos *Dichograptidæ* i allmänhet är synnerligen varierande, har jag ej kunnat hänföra nyssnämnda *Didymograptus*-liknande former till släktet *Didymograptus*, utan ansett det riktigast att uppfatta dem som varierande former

af *Bryograptus Hunnebergensis.* Det är tydligtvis, såsom förut nämnts, dylika former, som legat till grund för TÖRNQUISTS yttrande (*1875*, s. 54), att han trott sig ha observerat en *Didymograptus* i alunskiffern vid lokal *E 19* i Fogelsång.

I hvarje fall torde det ej kunna betviflas, att *Didymograpti* af *extensus*-typ ha utvecklats från *Bryograpti* af *Hunnebergensis*-typ, på samma sätt som de stämgaffelformiga *Didymograpti* uppstått ur *Bryograpti* af *Kjerulfi*-typ [1]).

Bryograptus Hunnebergensis har anträffats endast inom dictyograptusskifferns mellersta del (zon *b*) vid Fogelsång, Flagabro, Jerrestad, Nygård (Hunneberg), på hvilka lokaler och särskildt den sistnämnda den är allmän, samt vidare i enstaka exemplar vid Grönhögen, S:a Möckleby och Storberg.

Mycket närstående denna art, eller måhända därmed identisk, är den från England beskrifna *B. divergens* ELLES et WOOD, som sannolikt förekommer på ungefär samma nivå som den förstnämnda. Af den engelska formen har emellertid hittills endast ett exemplar anträffats, hvarför densamma ännu knappast kan anses vara fullt säkert diagnosticerad.

Bryograptus Lapworthi, som RUEDEMANN beskrifvit från New York, synes ock stå vår art nära. Enligt RUEDEMANNS beskrifning skulle den dock skilja sig från den senare såväl genom thecornas form och lutning, som genom förgreningens beskaffenhet. Å den amerikanska arten uppgifvas nämligen thecorna vara cylindriska, medan de hos vår art äro tydligt koniska. I hvad mån denna olikhet möjligen kan bero på bevaringssättet allena, torde, i all synnerhet utan tillgång på jämförelsematerial, vara svårt att afgöra. Thecornas lutningsvinkel mot grenen lär också vara något mindre hos *Br. Lapworthi* än hos *Br. Hunnebergensis.* Den mest påfallande skillnaden synes emellertid ligga i förgreningen. Primärgrenarnes delning inträder nämligen hos den amerikanska arten först på ett betydligt afstånd från siculan, under det att den hos vår art i regel sker redan efter andra eller tredje thecan från siculan räknadt. Anmärkningsvärdt är vidare, att vår art uppträder på något lägre geologisk horisont än *Bryograptus Lapworthi.*

Äfven *Bryograptus Clarki*, som T. S. HALL beskrifvit från Victoria, torde stå den svenska arten tämligen nära. Att döma af HALLS något kortfattade beskrifning och schematiska afbildningar, synes den tydligt skilja sig från vår art genom förgreningen: såväl primär- som sekundärgrenarnes delning inträder nämligen närmare siculan å den australiska än å den svenska arten. Den förra torde förekomma på en något högre geologisk nivå än *Br. Hunnebergensis.*

Bryograptus Kjerulfi LAPWORTH.

Tafl. V, fig. 7, 8 (och 9?).

1880. *Bryograptus Kjerulfi* LAPWORTH, s. 164, tafl. 5, fig. 22 a, b.
1882. » » , BRÖGGER, s. 37, tafl. 12, fig. 20, 20 a.
1902. » » , ELLES and WOOD, s. 88, tafl. 12, fig. 3 a, b.

[1]) Jämför TÖRNQUIST *1904*, s. 4.

Hvad förgreningen beträffar, öfverensstämma mina exemplar med ofvan anförda beskrifningar och afbildningar. Så är äfven förhållandet med thecorna, undantagandes att de å mina exemplar synas vara något mera tättställda än hos den typiska formen. Enligt LAPWORTH räknar man nämligen 7—9 och å BRÖGGERS afbildningar finnas 10 thecor på en längd af 10 mm; på mina exemplar åter kan man räkna ända till 14 thecor på samma längd. Då emellertid antalet thecor på längdenheten ofta kan växla betydligt hos våra äldsta graptoliter, torde ifrågavarande form väl knappast kunna betraktas som en egen varietet af *Bryograptus Kjerulfi*.

Från Nygård föreligga två tyvärr ganska illa bevarade exemplar, som förmodligen tillhöra denna art. Å det ena af dessa, det i fig. 9 afbildade, är visserligen vinkeln mellan primärgrenarne större än den brukar vara hos ifrågavarande art, men allt efter polypariets sammanpressning i något olika plan torde denna vinkel komma att variera ej obetydligt.

Såsom BRÖGGER (*1882*) framhållit, är denna art nära besläktad med *Dictyograptus flabelliformis*; unga exemplar af de båda arterna äro hvarandra helt lika.

Med undantag af nyssnämnda två exemplar från Nygård, hvilka anträffats tillsammans med *Bryograptus Hunnebergensis* och *Clonograptus tenellus* med var., har ifrågavarande art endast funnits i dictyograptusskifferns yngsta del (subzon *c*), tillsammans med *Dictyograptus flabelliformis* var. *norvegica*, vid Fogelsång å lokalerna *E 19*, *H 1* och *H 2 b* samt vid Jerrestad å lokalerna *5* och *8*.

Å Fogelsångslokalerna förekommer denna art mera sällan i hela exemplar, utan vanligen såsom lösbrutna fragment, hvilka i mängd ligga regellöst kringströdda på och stundom helt täcka skiktytorna. Dessa fragment ha stor likhet med dylika af *Dictyograptus flabelliformis*, hvars polyparier dock, tack vare tvärtrådarne, aldrig blifvit till den grad sönderslitna som polyparierna så ofta äro hos *Bryograptus Kjerulfi*. Någon förväxling af de båda nämnda arterna behöfver därför ej ifrågasättas, äfven om de endast förekomma såsom små fragment.

Bryograptus Kjerulfi förekommer i Norge (å Väkkerö) enligt BRÖGGER ofvan den *Dictyograptus flabelliformis* förande zonen samt i England (Barf) enligt ELLES och WOOD på ungefär samma horisont.

SCHMIDT omnämner (*1881*, s. 16) äfven från det ostbaltiska silurområdets dictyograptusskiffer graptolitfragment, som han anser tillhöra *Bryograptus Kjerulfi*. Af SCHMIDTS afbildningar framgår dock, att dessa fragment svårligen kunna hänföras till denna art, men måhända till en *Bryograptus* af *Hunnebergensis*-typ.

År *1903* omtalade RUEDEMANN denna art från New York, men i ett senare arbete (*1904*, s. 641) har samme författare på det material, som legat till grund för nämnda utsago, uppställt en ny art, *Bryograptus pusillus*. Från *Br. Kjerulfi* skiljer sig denna genom mera tättställda, mindre och i ringare grad hvarandra täckande thecor, smalare grenar och större divergensvinklar emellan grenarne i fögreningspunkterna. Den anträffas också högre upp i lagerserien än *Br. Kjerulfi*, nämligen i RUEDEMANNS »Tetragraptus bed» tillsammans med *Tetragraptus caduceus* SALTER sp.

Clonograptus tenellus LINNARSSON forma typica.

Tafl. IV, fig. 17 och 18 (samt 22 och 24?).

1871. *Dichograptus tenellus* LINNARSSON, s. 795, tafl. 16, fig. 13—15.
1892. *Clonograptus tenellus*, MOBERG, s. 89, tafl. 2, fig. 1—3.
1902. » » , ELLES and WOOD, s. 83, tafl. 11, fig. 2 a—c.

Denna art grundades af LINNARSSON år *1871* på material från Nygård vid Hunneberg och angafs af nämnde författare förekomma tillsammans med *Sphærophthalmus alatus* BOECK. En fullständigare beskrifning af densamma lämnades år *1892* af MOBERG, som samtidigt häfdade, att dess plats i lagerserien ej är den af LINNARSSON angifna, utan att arten uppträder först ofvan skiffern med *Dictyograptus flabelliformis*.

I likhet med hvad fallet är hos andra dichograptider, hvilka, af skäl som ofvan framhållits, få antagas ha haft grenarna utbredda i ett mot siculans längdriktning tillnärmelsevis vinkelrätt plan, är siculan, då den någon gång kommer till synes, märkbar endast som en punktformig upphöjning eller — för den händelse att ett aftryck föreligger — fördjupning å funikelns midt. De primära grenarne (funikeln), som ha en sammanlagd längd af 2—4 mm ligga vanligen i rät linje; endast mera sällan bilda de med hvarandra en mycket trubbig vinkel. De sekundära grenarne, hvilkas inbördes divergensvinkel i regel är något spetsig, äro ungefär lika långa som funikeln. Grenarne af högre ordning divergera mindre och i regel aftager divergensvinkeln något med grenarnes ordningstal; längden plägar däremot ökas något med samma tal. Anmärkas må dock, att förgreningen, beträffande såväl grenarnes divergensvinkel som deras relativa längd, är underkastad betydlig variation. Grenarnes tjocklek är ungefär $^1/_4$ mm och synes äfven vid thecornas mynning ej öfverstiga $^1/_2$ mm. Den är lika stor i polypariets proximala och distala delar, någon gång dock svagt aftagande utåt. Thecorna komma ganska sällan till synes och, när de framträda i profil, vanligen endast på de yttre grenarne. Å exemplar bevarade i relief kunna de emellertid stundom, då ventralsidan föreligger, iakttagas å polypariets såväl proximala som distala del. De äro till antalet 8 à 10, någon gång till och med något flera, på en längd af 10 mm och ha yttre kanten svagt konkav eller rak samt mynningskanten likaledes något konkav; denna senare är nära vinkelrät mot grenens dorsalkant. Enligt ELLES och WOOD's beskrifning af det engelska materialet af denna art, ha thecorna alltid å bättre bevarade exemplar en tydlig dentikel. Någon sådan har jag lika litet som MOBERG iakttagit å den typiska formen, men å varieteter kan stundom märkas en svagt utbildad sådan.

Af denna art, som är mycket varierande, ha hittills blott två varieteter beskrifvits, nämligen *Cl. tenellus* var. *hians* MOBERG och *Cl. tenellus* var. *Callavei* LAPWORTH (= *Bryograptus? sarmentosus* MOBERG).

Clonograptus tenellus var. **hians** Moberg.
Tafl. IV, fig. 27, 28.

1892. *Clonograptus tenellus* var. *hians* Moberg, s. 92, tafl. 2, fig. 4.

Denna varietet skiljer sig från hufvudformen genom större divergensvinkel (cirka 105°) mellan sekundärgrenarne och genom dessas större relativa längd i förhållande till primärgrenarne, hvarjämte alla grenar äro särdeles smala.

Clonograptus tenellus var. **Callavei** Lapworth.
Tafl. IV, fig. 1—13; tafl. V, fig. 2.

1880. ? *Bryograptus Callavei* Lapworth, s. 165, tafl. 5, fig. 21 a, b.
1892. *Bryograptus? sarmentosus* Moberg, s. 95, tafl. 2, fig. 10—12.
1902. *Clonograptus tenellus* var. *Callavei*, Elles and Wood, s. 84, tafl. 11, fig. 3 a—c.

Enligt Elles och Wood skiljer sig denna varietet från hufvudformen genom styfvare och anseuligt bredare grenar samt något större, ej fullt så tätt ställda thecor (8 på 10 mm.). Den senare karaktären passar ej alltid in på de exemplar, jag ansett mig böra hänföra till denna varietet. Afståndet mellan förgreningspunkterna är inom de mera proximala partierna alltid mindre än hos hufvudformen.

Jämte nämnda båda varieteter synes det nödvändigt att särskilja ännu en, hvilken jag på grund af dess storlek vill benämna

Clonograptus tenellus var. **grandis** n. var.
Tafl. V, fig. 3 a, b och måhända 4—6.

Denna form är så olik den typiska *Cl. tenellus*, att det vid första påseende synes orimligt att uppfatta den såsom en varietet och ej såsom en egen art. Och måhända skola framtida undersökningar visa dess självständighet. Men då den med hänsyn till thecorna öfverensstämmer med *Cl. tenellus* och äfven synes genom mellanformer förbindas med den senare, har jag, då *Cl. tenellus* tvifvelsutan har en betydande variationsförmåga, ansett det lämpligast att betrakta den endast som en varietet af denna.

Var. *grandis* skiljer sig från den typiska *Cl. tenellus* genom sina grofva och långa grenar. Deras bredd är cirka $^3/_4$ mm eller till och med något mera vid thecornas aperturaldel. De primära grenarnes sammanlagda längd är 5 mm, de sekundäras längd är varierande, men minst dubbelt så stor som funikelns. Grenarne af högre ordning bli längre än de sekundära. Längden tilltager stundom men ej alltid med ordningstalet. Grenarnes divergensvinkel däremot minskas med ordningstalet. Såsom redan nämndt öfverensstämma thecorna med dem hos *Cl. tenellus* forma typica; de äro små i förhållande till grenens bredd, i det de uppta ej fullt hälften af hela bredden. Man kan räkna 9 à 10 på 10 mm. På en och annan theca synes en kort dentikel.

Ifrågavarande varietet påminner mycket om den från undre didymograptusskiffern beskrifna *Temnograptus multiplex* Nich., från hvilken den dock afviker genom

den längre funikeln och de vida kortare sekundärgrenarne. Det torde för öfrigt på goda grunder kunna ifrågasättas, om det verkligen kan anses lämpligt att bibehålla släktet *Temnograptus* vid sidan om *Clonograptus.*

Ehuruväl dessa varieteter, fullt utpräglade, i hög grad afvika såväl från hufvudformen som från hvarandra, synas de dock alla genom öfvergångsformer vara sinsemellan så nära förbundna att det ej alltid är möjligt att hålla dem i sär. Variationsförmågan hos denna vår äldsta art af släktet *Clonograptus* kan alltså ingalunda sägas vara mindre, än den är hos vår äldsta *Dictyograptus.*

Å somliga exemplar af *Cl. tenellus* ha grenarne en synnerligen stor bredd, hvilket gör, att man vid första påseende gerna vill anse dem tillhöra en helt annan art. Vid närmare undersökning af dylika exemplar visar det sig emellertid mycket ofta vara händelsen, att i grenarnes midt finnes ett smalt parti af grenens vanliga vanliga bredd, hvilket i större eller mindre grad är bevaradt i relief, något som däremot aldrig är händelsen med de å ömse sidor därom förekommande partierna.

Omtalade förhållande framträder tydligt å fig. 1, tafl. IV. En del af högra grenen har midtpartiet i full relief, bevaradt i svafvelkis, med dorsalsidan mot åskådaren, sidopartierna åter äro helt platta, hinnartade och i »chitinsubstans». Den vänstra grenens midtparti har vid skifferstyckets klyfning bortslitits, hvarför man här får se aftryck af grenens ventralsida med märken efter thecorna, hvilka te sig som en rad V-formiga fördjupningar liggande i en ränna.

Jag måste på grund häraf antaga, att det i relief bevarade midtpartet är den egentliga grenen, som å ömse sidor varit försedd med ett vingliknande bihang eller bräm, hvilket, i likhet med discus hos somliga *Dichograptidæ,* än funnits, än saknats.

Äfven i det fall, att dylika med bräm försedda exemplar äro helt tillplattade och bevarade i kolig substans, synes dock i regel i grenarnes midt en svag strängliknande upphöjning eller, om själfva substansen saknas, fördjupning (aftryck).

Bredden af det vingliknande bihanget (»brämet»), som är lika å ömse sidor om grenen, uppgår ej sällan till mera än grenens dubbla bredd samt aftar vanligen mot polypariets distala del. Stundom synes det ej å alla grenar till ett och samma exemplar, vare sig detta är beroende på, att det ej varit utbildadt å alla grenar, eller på att det genom dålig bevaring gått förloradt.

Förmodligen torde meranämnda bräm, i likhet med tvärtrådarne hos *Dictyograptus* och discus hos *Dichograptidæ,* haft till uppgift att gifva polypariet större styrka. Och då detsamma stundom finnes, stundom åter saknas, synes detta ej vara mera egendomligt än att inom släktena *Dichograptus* eller *Tetragraptus* en och samma art kan uppträda än med, än utan discus.

Clonograptus tenellus med dess varieteter träffas endast inom dictyograptusskifferns mellersta del (subzon *b*) [1]. *Forma typica* har utom vid Nygård äfven observerats vid Grönhögen och Flagabro samt förmodligen vid Jerrestad och Tosterup. Var. *Callavei*, som synes vara den allmännaste formen, förekommer å alla lokaler, där *Clonograptus*-zonen funnits utbildad; var. *hians* åter, som i likhet med forma typica är mindre allmän, har funnits vid Nygård, Grönhögen och Jerrestad; var. *grandis* föreligger ej med säkerhet från annan lokal än Jerrestad, måhända dock äfven från Flagabro.

Utom Sverige är *Clonograptus tenellus* forma typica enligt ELLES och WOOD känd äfven från England (Shropshire och Lake District), där den liksom hos oss är en af de äldsta graptoliterna. Äfven var. *Callavei* förekommer enligt nämnda författare i Shropshire, tillsammans med hufvudformen.

I den äldre litteraturen kallades alltid den vid Fogelsång förekommande varieteten af *Cl. tenellus* för *Cl.* cfr *flexilis* HALL, och i själfva verket synes *Cl. tenellus* verkligen stå *Cl. flexilis* J. HALL mycket nära. Denna senare synes dock att döma efter HALLS afbildningar och efter material från Point Lévis (i Canada), hvilket professor TÖRNQUIST godhetsfullt ställt till mitt förfogande, kunna skiljas från vår art på den relativt betydande bredden af i sidoläge bevarade grenar samt på thecornas nästan alltid fullständigt raka yttre vägg och mynningsrand.

T. S. HALL [2]) och FRECH [3]) synas vilja sammanställa vår art med *Cl. rigidus* J. HALL. Den förre har under benämningen *Cl. rigidus* var. *tenellus* från Lancefield beds i Victoria beskrifvit en form, som synes så godt som fullständigt öfverensstämma med *Cl. tenellus*. Då nu hans varietet genom en kontinuerlig kedja är förbunden med *Cl. rigidus*, anser han det nödvändigt att hänföra hela serien till den först beskrifna arten, *Cl. rigidus*.

Att på grund af J. HALLS beskrifningar och afbildningar kunna särskilja *Cl. flexilis* och *Cl. rigidus* från hvarandra, synes knappast vara görligt. Enligt FRECH skulle skillnaden dem emellan vara, att *Cl. flexilis* skulle ha större divergensvinkel för grenar af samma ordning och större afstånd mellan förgreningspunkterna. Men enligt föreliggande exemplar af *Cl. flexilis* från originalfyndorten kan åtminstone det förra af dessa båda kännetecken ingalunda alltid sägas hålla streck. Och FRECHS uppgift, att inom polypariet hos *Cl. rigidus* de fyra sekundära grenarne äro med

---

[1]) Enligt WIMAN skulle det dock finnas ett undantag från denna regel. Han säger sig nämligen (*1896*, s. 272) vid Loke i Lockne socken i Jämtland ha funnit *Cl. tenellus* i undre didymograptusskiffer: »Der *Clonograptus tenellus* LNS stimmte ganz mit den Figuren MOBERG's überein, nur lagen die Zweige an den besseren Exemplaren nicht in solcher Stellung, dass man die Dichtigkeit der Thecen beobachten konnte, aber an losen Zweigstücken sassen sie so wie in MOBERG's Figuren. Auf derselben Schichtfläche kamen *Tetragraptus quadribrachiatus* HALL und *Didymograptus sp.* vor.» Så vidt jag kan förstå, torde man emellertid för närvarande ej behöfva fästa stor vikt vid WIMANS säkerligen på illa bevaradt material grundade artbestämning, helst som mycket närstående former, efter hvad man känner från Nordamerika, ju måste finnas i undre didymograptusskiffern. (Se vidare härom längre fram.)

[2]) HALL, T. S. *1899*, s. 171.

[3]) FRECH *1897*, s. 598.

hänsyn till sin vidare förgrening parvis sinsemellan lika och afvikande från de båda öfriga, är som artkaraktär af intet värde, enär den på intet sätt kan sägas känneteckna just denna art; tvärtom är detta ett för alla *Clonograpti* och *Dichograpti* ganska allmänt drag, när förgreningen är ej fullt reguliär.

Då sålunda båda de nämnda arterna, *Cl. flexilis* och *Cl. rigidus*, synas vara hvarandra så närstående, torde hvad som sagts om skillnaden mellan *Cl. tenellus* och *Cl. flexilis* väl ock kunna få anses gälla för en jämförelse mellan *Cl. tenellus* och *Cl. rigidus*. Och det torde säkerligen tills vidare åtminstone vara mindre lämpligt att, i enlighet med T. S. HALLS förslag, sammanslå *Cl. tenellus* med *Cl. rigidus*, då ju den senare (i likhet med *Cl. flexilis*) uppträder på en högre nivå än den förra, nämligen i sällskap med äkta *Didymograpti* och *Tetragrapti*.

En i Amerikas dictyograptusskiffer förekommande art, af MATTHEW (*1895*, s. 265, tafl. 48, fig. 1) beskrifven under namn af *Clonograptus proximatus*, är enligt RUEDEMANN identisk med *Staurograptus dichotomus* EMMONS och följaktligen genom proximalpartiets byggnad helt skild från vår på samma horisont uppträdande *Clonograptus tenellus*.

Då jag ej haft originalexemplar af *Cl. proximatus* MATTHEW och MATTHEW'S afbildningar ej äro annat än ytterst råa skisser, vågar jag ej för egen del uttala något omdöme om dess närmare släktskap.

Protospongia fenestrata SALTER.

Tafl. II, fig. 26.

1882. *Protospongia fenestrata*, LINNARSSON, s. 36, tafl. 1, fig. 5.
1906. » » , MOBERG och SEGERBERG, s. 59, tafl. 1, fig. 5.

På skilda nivåer inom dictyograptusskiffern ha spiculæ af *Protospongia* anträffats, hvilka förmodligen alla tillhöra en och samma art, *Pr. fenestrata* SALTER. Sedan gammalt var denna känd från Sandby, där den förekommer i dictyograptusskifferns undre del (subzon *a*). Senare har jag funnit densamma äfven vid Flagabro (i subzon *b*) samt vid Jerrestad (dels i subzon *c*, dels tillsammans med *Ceratiocaris scanicus*).

Arten anträffas redan i mellersta kambrium. En af WIMAN [1]) omtalad *Protospongia* sp., funnen i block af ceratopygeskiffer från det nordbaltiska silurområdet, torde ock höra till denna art.

Problematicum.

Tafl. II, fig. 27.

I dictyograptusskiffern och i olenidskifferns öfversta del ha flerestädes observerats långa, smala, i svafvelkis eller ett brunaktigt ämne (limonit?) bevarade nålformiga kroppar. Än förekomma de mera enstaka, än äro de anhopade i mängd, i hvilket fall flertalet äro sinsemellan parallela eller subparallela, medan andra korsa hvar-

[1]) WIMAN *1902*: 1, s. 67.

andra under godtyckliga vinklar. De äro jämnsmala och på det hela taget af påfallande ensartad tjocklek, äfven om någon liten variation däri kan förmärkas. Tjockleken har ej befunnits understiga $^1/_{10}$ eller öfverstiga $^1/_5$ mm. Längden kan uppgå ända till 14 cm. Än äro nålarne fullkomligt raka, än svagt böjda. Då någon naturligt begränsad afslutning ej kunnat iakttagas, måste det lämnas oafgjordt, om kropparna ifråga varit verkligt jämnsmala eller måhända tillspetsade i ändarna. Tvärsnittet närmar sig mer eller mindre cirkelformen. Ytan är smått kornig, stundom med antydan till längdstriering.

För så vidt jag har mig bekant, äro dylika kroppar ej förut beskrifna från vår alunskiffer. Ferd. Roemer har emellertid (*1861*, s. 55) under benämningen *Acestra subularis* beskrifvit liknande (i kalkstensblock från Nieder-Schlesien funna), i kalkspat bevarade, cylindriska, nära mm-tjocka och ända till dm-långa kroppar, hvilka han förmodar vara en pteropod. Samma fossil uppgifves äfven vara anträffadt i trinucleuslagren vid Jerrestad och omtalas, sid. 28, i Beskrifning till kartbladet Simrishamn, Holst *1892*, med följande ord: »Det utgöres af långa, smala, cylindriska, af ett brunaktigt ämne fyllda rör, hvilka äro ungefär af en stoppnåls tjocklek och alla ligga i nästan samma riktning. Det är af F. Römer beskrifvet såsom en pteropod under namn af *Acestra subularis*. Måhända torde det emellertid tills vidare snarare böra betecknas såsom spår af okändt ursprung».

Såsom af det sagda framgår, förefinnes en icke ringa likhet mellan ofvan beskrifna kroppar från alunskiffern och Roemers *Acestra*, frånsedt de förras ansenligt mindre tjocklek.

Då det väl svårligen kan tänkas, att ifrågavarande kroppar skulle kunna vara af oorganisk natur (i så fall ett nålformigt utbildadt mineral eller rättare pseudomorfoser efter ett dylikt), måste man med nödvändighet tillskrifva dem organiskt ursprung, i hvilket fall det väl torde ligga närmast till hands att betrakta dem såsom spongienålar.

Har anträffats i dictyograptusskifferns undre och mellersta del vid Jerrestad, Tosterup och Grönhögen, i ceratiocarisskiffern vid förstnämnda ställe samt tillsammans med *Sphærophthalmus alatus* Boeck vid Grönhögen.

I öfre delen af alunskiffern, såväl i dictyograptusskiffern som i pelturazonen, anträffas ej sällan små spolformiga kroppar, stundom i så stor mängd, att skiffern är helt späckad därmed. Oftast ligga de parallelt med skiktytorna, men ej sällan bildande godtyckliga vinklar därmed. De ha en längd af ett par mm till något mer än 1 cm och en tjocklek af $^1/_4$ till $^1/_3$ af längden, ha rhombiskt tvärsnitt och vanligen en skarp köl å den trubbiga kanten. De äro i regel bevarade i svafvelkis och mer eller mindre ihåliga, men kunna ock uppträda såsom ett färglöst, spatigt mineral, oftast öfverdraget af en tunn skorpa af svafvelkis.

Beträffande ifrågavarande kroppars natur ha skilda meningar uttalats. Under det att de af Johnstrup *(1889)* ansågos vara af organiskt ursprung, torde numera

geologer och mineraloger allmänt vara af den åsikt, att nämnda kroppar äro pseudomorfoser efter kristaller. Sålunda ville DEECKE *(1899)* tolka dem som pseudomorfoser af pyrit efter gips. Nyligen har STOLLEY *(1909)*, som å Bornholm insamlat material dels från ett gränslager mellan dictyograptusskiffern och pelturazonen, dels från sistnämnda zon, egnat dessa kroppar en noggrann undersökning beträffande såväl deras mineraliska karaktär som deras kristallografiska begränsning. Han har därvid kommit till det resultat, att pseudomorfoser af pyrit verkligen föreligga, och då han vidare kunnat särskilja två till formen olika slag sluter han, att de ursprungliga mineralen ock varit två. De allmännast förekommande, hvilka ha tydlig spolform, anser han på grund af deras form vara pseudomorfoser efter gaylussit ($CaCO_3 . Na_2CO_3 . 5\,H_2O$). Dels tillsammans med dessa, dels enbart för sig i andra skikt af skiffern, förekomma andra kroppar med mindre utpräglad spolform, bredare, tämligen korta och till och med något tafvelformigt utbildade, hvilka han om ock med någon tvekan vill tyda såsom pseudomorfoser efter pirssonit ($CaCO_3 . Na_2CO_3 . 2\,H_2O$), likväl med angifvande af att de till formen närmast påminna om struvit ($NH_4MgPO_4 . 6\,H_2O$) af Braunschweig-typen.

Det å tafl. II, fig. 28 afbildade skifferstycket med ifrågavarande kroppar härstammar från basen af dictyograptusskiffern vid Jerrestad [1]).

[1]) Som dessa kroppar i våra äldre samlingar och i öfrigt man och man emellan bland de skånska geologerna ofta betecknats som »*Salterella*», torde det ej vara alldeles ur vägen att här framhålla det oriktiga af en dylik benämning. — Släktet *Salterella* uppställdes 1861 af E. BILLINGS (s. 17 i Palæozoic Fossils. Vol. I. Montreal 1861—1865), som antog att släktet stod nära *Serpulites*. Hithörande former bildas enligt originalbeskrifningen af små, i hvarandra sittande koner, af hvilka den sista varit boningskammaren. Ytan har koncentrisk eller longitudinal striering. Längden växlar hos olika arter mellan 2 och 8 lines (således mellan 5 och 20 mm ungefär), Arterna hade alla anträffats i samma bergart vid Anse au Loup vid Belle Isle sundet. BARRANDE ställer 1867 (Syst. Sil. Vol. III, s. 138) en af arterna nära *Hyolithus*, en annan nära *Tentaculites*. I »Second Contribution to the Studies of the Cambrian Faunas of North America», Washington 1886, ansluter sig WALCOTT, s. 144, till BARRANDES uppfattning. Samtidigt fastställer han, att fossilen från Anse au Loup tillhöra olenelluslagren (Georgian). Redan BILLINGS hade påpekat den nära frändskapen mellan sin *Salterella rugosa* och den af MURCHISON uppställda *Serpulites Maccullochi* (se »Siluria» 1859, s. 222 och »On the succession of the Older Rocks in the Northernmost Counties of Scotland», Quart. Journ. of Geol. Soc. 1859, Vol. 15, s. 366 och 381, tafl. 13, fig. 31), hvilken också numera föres till *Salterella*. Denna *S. Maccullochi* MURCH. är mycket allmän i den så kallade Salterella Grit, en kvartsit, som i tunna band växellagrar med en *Olenellus*-förande lerskiffer (se CH. LAPWORTH »An intermediate Text-Book of Geology. Edinburgh & London 1899). MICKWITZ anför visserligen (*1896*, s. 28) ännu från Estlands glaukonitsand en *Salterella?* sp., men af hvad ofvan anförts synes dock, att släktet i hufvudsak hör hemma i olenelluslagren. — Det är sålunda tydligt, att intet annat än möjligen en viss habituell likhet, hvad storlek och förekomstsätt beträffar, kunnat gifva någon som helst anledning att kalla de ifrågavarande kropparne för »*Salterella*».

Förteckning öfver i **Sveriges dictyograptusskiffer anträffade fossil** jämte öfversikt öfver deras *vertikala* och *horisontala* utbredning.

		Subzon a	Subzon b	Subzon c	Skåne: Sandby	Skåne: Fogelsång	Skåne: Flagabro	Skåne: Tosterup	Skåne: Jerrestad	Öland: Södra delen	Öland: Norra delen	Östergötland: Knifvinge	Östergötland: Pålstorp	Östergötland: Vestanå	Östergötland: Storberg	Vestergötland: Nygård	Vestergötland: Klefva	Vestergötland: Orreholmen	Ångermanland
	Crustacea:																		
1	*Hysterolenus Törnquisti* MBG	+	.	.	+														
2	» ? *levicauda* MBG	+	.	.	+														
3	*Boeckia Mobergi* WIMAN	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
4	*Acerocare*? sp.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
5	*Eremos bryograptorum* n. g. et n. sp.	.	.	+	.	+													
	Gastropoda:																		
6	*Capulus? simplex* MBG	+	.	.	+														
	Brachiopoda:																		
7	*Obolus Salteri* HOLL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	
8	*Lingulella lepis* SALTER?	.	+	+	.	+	+	+	+	+									
9	*Lingula? corrugata* MBG	.	+	.	.	.	+												
10	» *bryograptorum* MBG	.	.	+	.	+													
11	*Acrotreta* sp.	.	+	+	.	+	.	+	+										
	Hydrozoa:																		
12	*Dictyograptus flabelliformis* EICHW. sp. forma typica	+	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	» » » var. *conferta* LINRS. mscr.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+				
14	» » » » *norvegica* KJERULF	?	.	+	.	+	.	.	+	+	.	?							
15	*Bryograptus Hunnebergensis* MBG	.	+	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	+	+			
16	» *Kjerulfi* LAPW.	.	?	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	?			
17	*Clonograptus tenellus* LINRS. forma typica	.	+	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	?	+			
18	» » » var. *hians* MBG	.	+	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+			
19	» » » » *Callavei* LAPW.	.	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	+			
20	» » » » *grandis* n. v.	.	+	.	.	.	?	.	+										
	Spongiæ:																		
21	*Protospongia fenestrata* SALTER	+	+	+	+	.	+	.	+										

C. Fossil från dictyograptusskifferns hängande.

Ceratiocaris scanicus n. sp.
Tafl. II, fig. 10 och möjligtvis 11.

1906. *Ceratiocaris scanicus* (WGD mscr.) MOBERG och SEGERBERG, s. 76, tafl. 3, fig. 29.

Det i fig. 11 aftecknade exemplaret skiljer sig något från det först afbildade, hvilket legat till grund för beskrifningen, och borde måhända därför hänförts till en särskild art. Alla erhållna exemplar ha dock skalet så krossadt, att olikheterna emellan de afbildade individen kanske kunna bero på den dåliga bevaringen.

Anträffad vid Jerrestad (lokalerna *5* och *8*), i alunskiffer omedelbart ofvan zonen med ***Bryograptus Kjerulfi***, samt måhända äfven vid Åkarps mölla[1]).

Arten anföres af MOBERG och SEGERBERG såsom tillhörig bryograptusskiffern, men, då de lager, i hvilka den anträffas, visat sig utgöra nämnda skiffers ***hängande***, är den väl rättast att räkna till ceratopygeskiffern.

Acrotreta oelandica n. sp.
Tafl. V, fig. 24 a, b.

Apex är belägen nära bakre randen. Utmed denna senare synes en svagt begränsad, triangulär area, som upptager $^1/_4$ af skalets hela omkrets. Höjden är ungefär hälften af bredden. Skalet är glatt med fina, tydliga tillväxtstrimmor, som äfven, fast svagare, framträda å arean. I riktning från apex mot främre randen är skalet svagt konkavt, något som måhända dock är ett sekundärt fenomen förorsakadt af tryck. Själfva spetsen af skalet är ej i behåll.

Det afbildade exemplaret är funnet i ceratopygeskiffer V om Ottenby. Arten ifråga anträffas ock i den som ceratopygeskiffer räknade öfversta delen af alunskiffern å norra Öland.

Obolus? inflatus n. sp.
Tafl. V, fig. 25.

Skalets inre okändt, hvadan släktbestämningen är osäker. Yttre konturen har nästan formen af en ellips med bredden obetydligt mindre än höjden. Det tunna, glänsande skalet är i sin bakre del starkt hvälfdt, därifrån jämnt sluttande mot främre randen. Har en något ojämn, fin, men mycket tydlig koncentrisk striering samt svagt markerade längdstrier. Där de yttre skalskikten saknas är längdstrieringen dock ganska framträdande.

Anträffad å lokal *6* vid Jerrestad i det till ceratopygekalken räknade öfversta kalkstensbandet.

---

[1]) Jämför MOBERG och SEGERBERG, *1906*, s. 76.

Lingula? linguæ n. sp.

Tafl. V, fig. 26.

Släktbestämningen provisorisk. Den tungliknande formen har gifvit anledning till artnamnet. Största bredden något ofvanför midten. Skalet är i bakre delen väl hvälfdt, i främre delen mera platt, med en terrassformig afsats å midten. Ytan visar kraftigt markerade tillväxtstrimmor och antydan till en svag längdstriering.

Endast det afbildade exemplaret är funnet vid Jerrestad, tillsammans med föregående art.

Conodonter.

Tafl. V, fig. 27—29.

Blott de afbildade exemplaren äro anträffade, alla i ceratopygeskiffern V om Ottenby. Det i fig. 27 återgifna erinrar om »pincers» hos en *Eunicites*, de öfriga båda om käkarne hos *Arabellites* (Jfr HINDE *1882*). WIMAN afbildar (*1902*: 1) alldeles liknande, tvifvelsutan med våra identiska, former från Biluddens ceratopygeskiffer i det nordbaltiska silurområdet. Hans »Problematische Stacheln» (l. c., tafl. 3, fig. 40 och 41) öfverensstämma nämligen fullkomligt med det här i fig. 27 afbildade fossilet och hans figurer 42 och 43, på nämnda tafla, likaledes med mina fig. 28 och 29. Enligt WIMAN likna de af honom omnämnda conodonterna närmast PANDERS[1]) *Cordylodus angulatus*. Samma form skall också, enligt WIMAN, förekomma å norra Öland i den fossilfattiga alunskiffern (ceratopygeskiffern) ofvan den egentliga dictyograptusskiffern.

[1]) PANDER, CH. H.: Monographie der Fossilen Fische des silurischen Systems der Russisch-Baltischen Gouvernements. St. Petersburg 1856. — Arbetet mig för tillfället ej tillgängligt.

Rättelser och tillägg.

Sid. 54,	rad 12	uppifrån	står lyder:	Enär,	läs lyder: »Enär
» 55,	» 10	»	»	*Hysterolenus*,	» *Hysterolenus?*
» »	» 17	»	»	*Acerocare* sp.,	» *Acerocare?* sp.
» »	» 18	»	»	*Acerocare* sp.,	» *Acerocare?* sp.

Af den å sid. 57 omnämnda *Acrotreta* sp. har ett fåtal, illa bevarade exemplar äfven funnits i subzon *c* å lokal *5* vid Jerrestad samt i subzon *b* vid Tosterup, något som äfven är angifvet i den s. 75 lemnade tabellariska öfversikten öfver dictyograptusskifferns fossil.

Innehållsförteckning.



Förklaring till tafl. I.

Förklaring till tafl. I.

Fossil från acerocarezonen (dictyograptusskifferns liggande).

Alla originalen tillhöra Lunds Universitets Geologisk-mineralogiska Institution.

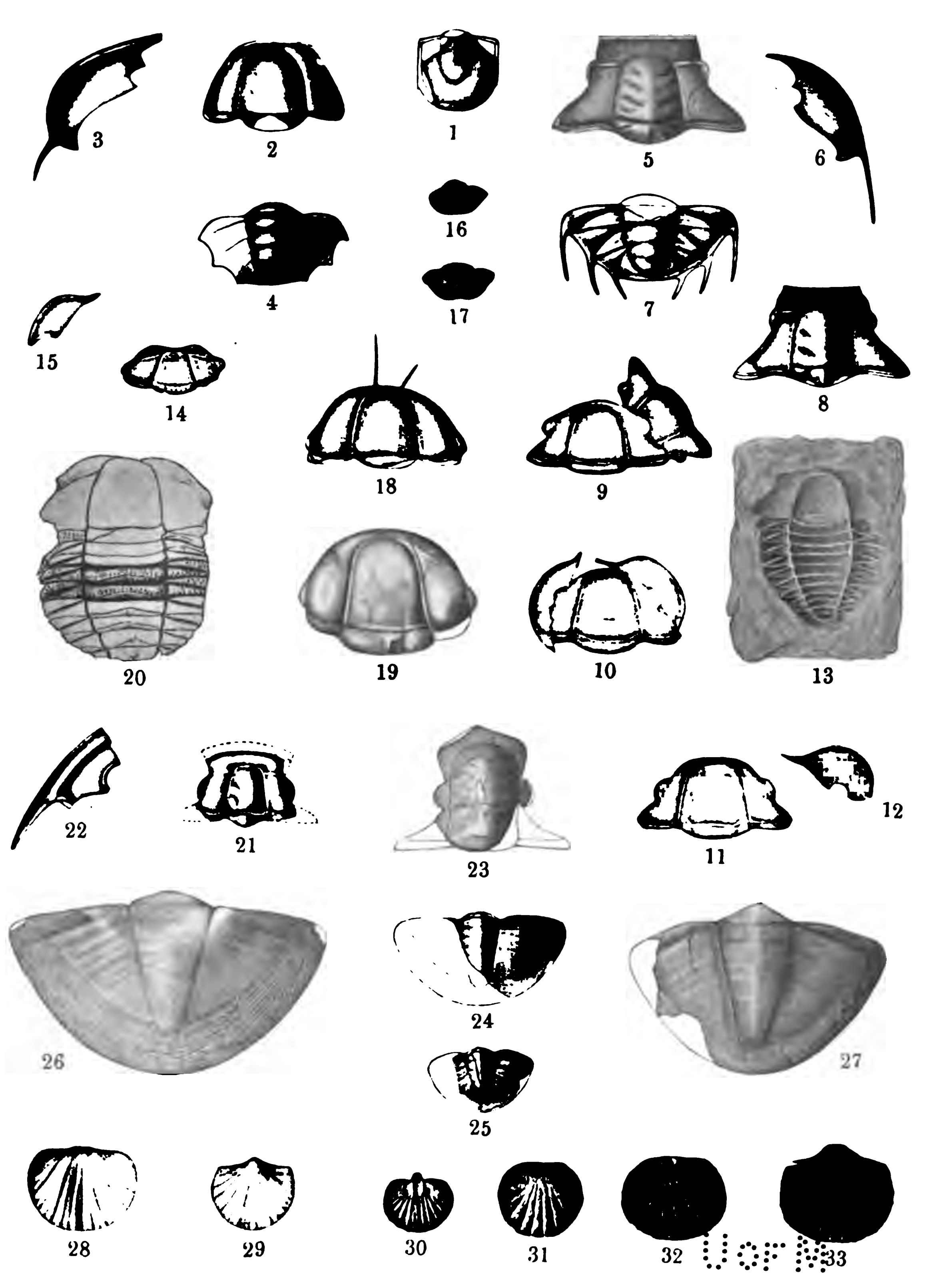
Fig. 1. *Agnostus* sp. Pygidium. I skiffer. Jerrestad *3*. $^4/_1$.
» 2. *Peltura cornigera* n. sp. Hufvudets midtsköld, i orsten. Grönhögen. $^4/_1$.
» 3. » » Lös kind, i orsten. Grönhögen. $^3/_1$.
» 4. » » Pygidium, i orsten. Grönhögen. $^4/_1$.

» 5. *Parabolina heres* BRÖGGER var. Hufvudets midtsköld. $^4/_1$.
» 6. » » Lös kind. $^3/_1$.
» 7. » » Pygidium. $^6/_1$.
» 8. » » Hufvudets midtsköld. $^4/_1$.
(5–8:) I orsten från Grönhögen.

» 9. *Boeckia scanica* n. sp. Två hopliggande hufvuden utan lösa kinder. $^5/_1$.
» 10. » » Helt hufvud; lösa kindernas läge något rubbadt. $^5/_1$.
» 11. » » Hufvudets midtsköld. $^5/_1$.
» 12. » » Lös kind. $^5/_1$.
» 13. » » »Helt» exemplar; thoraxledens yttre del och pygidiet ej fullt tydliga. $^5/_1$.
(9–13:) I skiffer vid Andrarums pannhus.

» 14. *Boeckia? illænopsis* n. sp. Hufvudets midtsköld. $^3/_1$. — Kopia efter MOBERG och MÖLLER *1898*.
» 15. » » Lös kind. $^5/_1$.
» 16. » » ? Pygidium. $^3/_1$. — Kopia efter MOBERG och MÖLLER *1898*.
» 17. » » ? Pygidium. $^6/_1$. — Kopia efter MOBERG och MÖLLER *1898*.
(14–17:) I skiffer vid Andrarums pannhus.

» 18. » » Hufvudets midtsköld. Härå framtill ett par antennliknande spröt. $^{10}/_1$. I orsten. Sandby *F 15*.
» 19. » » Hufvudets midtsköld; betydligt nedpressadt och krossadt ex. $^8/_1$. I orsten. Sandby *F 15*.
» 20. » » Hufvud och thorax; thoraxledens yttre del ej tydlig; två thoraxled fullständigt aftecknade för att visa granuleringen. $^4/_1$. I skiffer vid Andrarums pannhus. — Kopia efter MOBERG och MÖLLER *1898*.
» 21. *Euloma primordiale* n. sp. Hufvudets midtsköld. I orsten. Sandby *F 15*. $^6/_1$.
» 22. » » Lös kind. I orsten. Sandby *F 15*. $^6/_1$.
» 23. *Niobe primæva* n. sp. Hufvudets midtsköld. I orsten. Sandby *F 15*. $^2/_1$.
» 24. Samma art? Pygidium. I orsten. Sandby *F 15*. $^3/_2$.
» 25. *Megalaspis* n. sp. Pygidium. I orsten. Sandby *F 15*. $^2/_1$.
» 26. *Megalaspis?* sp. Pygidium. I skiffer. Jerrestad *3*. $^3/_2$.
» 27. Samma art? Pygidium. I orsten. Sandby *F 15*. $^2/_1$.
» 28, 29. *Orthis* sp. Jerrestad *3*. $^3/_1$.
» 30—33. Samma art. Åkarps mölla. $^4/_1$. Kopior efter MOBERG och MÖLLER *1898*.



Manda Broman et A. H. Westergård delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm

Förklaring till tafl. II.

Förklaring till tafl. II.

Alla fossilen, undantagandes de i fig. 10 och 11 afbildade, härröra från dictyograptusskiffern.

Där ej annat finnes särskildt angifvet, tillhör originalet Lunds Universitets Geologisk-mineralogiska Institution.

Fig. 1—4. *Hysterolenus Törnquisti* MBG. Fig. 1 hufvudets midtsköld, fig. 2 lös kind, fig. 3 hypostom, fig. 4 pygidium. *Zon a.* Sandby *F 7.* — Fig. 1, 2 och 3 — 3/1, fig. 4 — 1/1. Kopior efter MOBERG *1898*: 2.

» 5. *Hysterolenus? levicauda* MBG. Pygidium. *Zon a.* Sandby *F 7.* — 6/1. — Kopia efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

» 6—9. *Boeckia Mobergi* WIMAN. Fig. 6 hufvudets midtsköld, fig. 7 lös kind, fig. 8 pygidium utan skal, fig. 9 pygidium med skal. *Zon a.* Tåsjöberg. — Fig. 6 och 7 — 2/1, fig. 8 och 9 — 4/1. — Kopior efter WIMAN *1902*: 2. Originalen tillhöra ej Lunds Geol.-mineralog. Inst.

» 10. *Ceratiocaris scanicus* n. sp. *Ceratopygeskiffer.* Jerrestad *8.* — 1/1. — Kopia efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

» 11. Samma art? *Ceratopygeskiffer.* Jerrestad *5.* — 4/1.

» 12. *Eremos bryograptorum* n. g. et n. sp. Gränslagren mellan *zonerna b* och *c* i Fogelsång *E 18 a.* — 4/1. — Kopia efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

» 13 a—c. *Capulus? simplex* MBG. *Zon a.* Sandby *F 7.* Fig. a från sidan, fig. b från externdelen, fig. c från mynningen. — 2/1. — Kopior efter MOBERG *1898*: 2.

» 14—16. *Obolus Apollinis* EICHW. Konglomerat från Klittberget. Fig. 14 skalet utifrån, fig. 15 kärna visande lilla skalets inre, fig. 16 kärna visande stora skalets inre. — 2/1. — Kopior efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

» 17—18. *Obolus (Bröggeria) Salteri* HOLL sp. *Zon a.* Sandby *F 7.* Umbonala partiet är naturlig afgjutning af skalets inre. — 4/1. — Kopior efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

» 19. Samma art. *Zon c.* Jerrestad *5.* — 4/1.

» 20. *Lingulella lepis* SALTER? *Zon c.* Fogelsång *E 19.* — 8/1. — Kopia efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

» 21. Samma art? *Zon c.* Fogelsång *E 18 a.* — 4/1.

» 22. » » ? *Zon c.* Grönhögen, Öland. — 4/1.

» 23. *Lingula? corrugata* MBG. *Zon b.* Flagabro. — 8/1. — Kopia efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

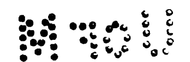
» 24 a, b. *Lingula? bryograptorum* MBG. Fig. b längdprofil. *Zon c.* Fogelsång *H 2 b.* — 8/1. — Kopior efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

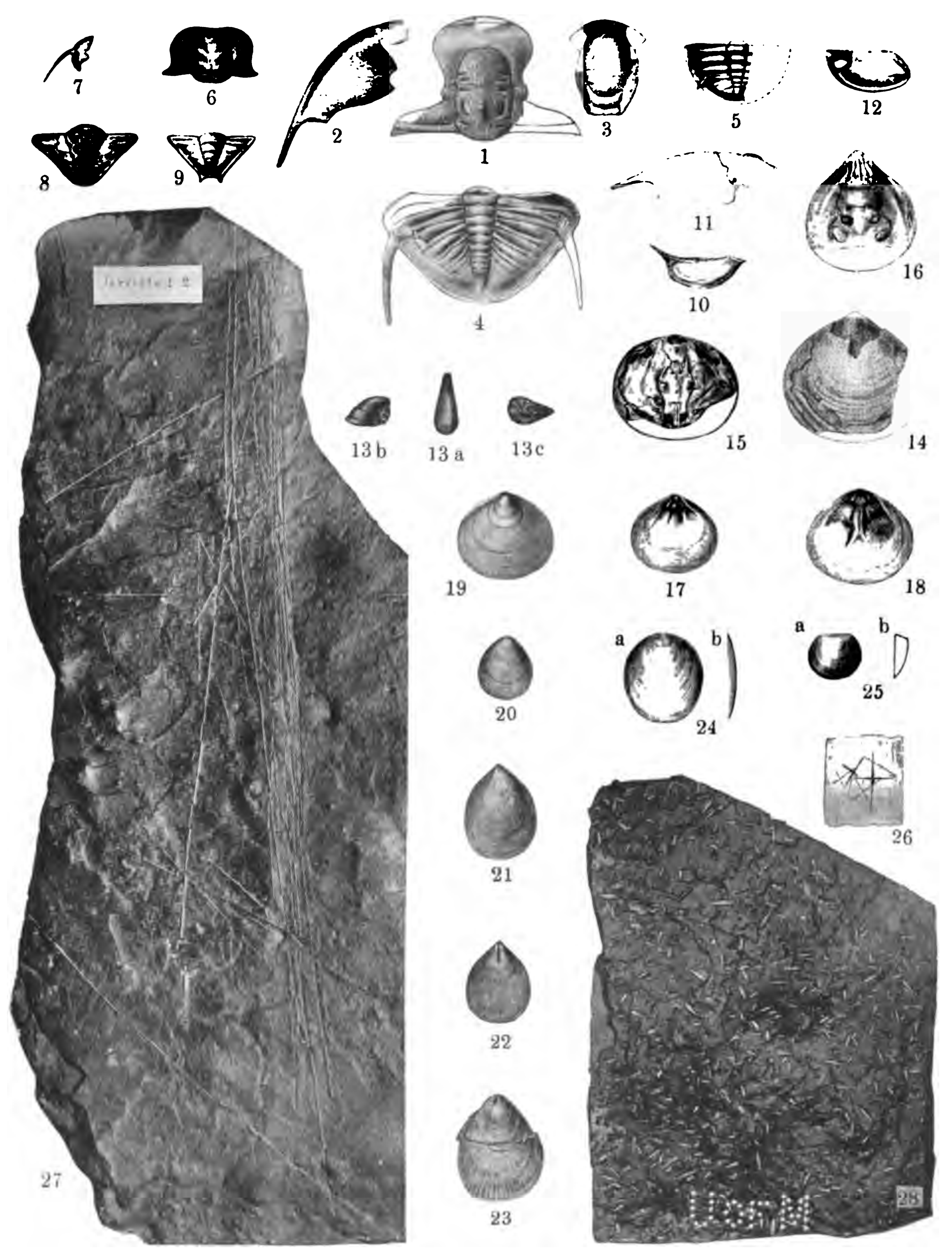
» 25 a, b. *Acrotreta* sp. *Zon c.* Fogelsång *E 18 a.* — 5/1.

» 26. *Protospongia fenestrata* SALTER. *Zon a.* Sandby *F 7.* — 1/1. — Kopia efter MOBERG och SEGERBERG *1906*.

» 27. Problematicum. *Zon b.* Jerrestad *2.* — 1/1. — O. MOBERG foto.

» 28. Pseudomorfoser. Se sid. 73. I skiffer vid eller strax under dictyograptusskifferns bas. Jerrestad *3—4.* — 1/1. — O. MOBERG foto.





Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

Förklaring till tafl. III.

Förklaring till tafl. III.

Fossil från dictyograptusskiffern.

Alla originalen tillhöra Lunds Universitets Geologisk-mineralogiska Institution.

Fig. 1. *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. sp. forma typica. *Zon b.* Flagabro. — 1/1. O. MOBERG foto.

» 2. Samma art och form. Ett stycke af polypariet af ett exemplar med särskildt stora maskor. Klefva. — 1/1.

» 3. Samma art. Ett stycke af polypariet, visande hurusom en gren upphört att växa och de båda densamma närmast liggande grenarne sammanbundits af tvärtrådar. Storberg. — 6/1.

» 4. Samma art. Ett stycke af polypariet, visande en gren, som fortsatt att växa fritt utanför polypariėts nätverk och af hvilken aftryck efter ett par thecor äro synliga. En af tvärtrådarne är grenad. Klefva. — 6/1.

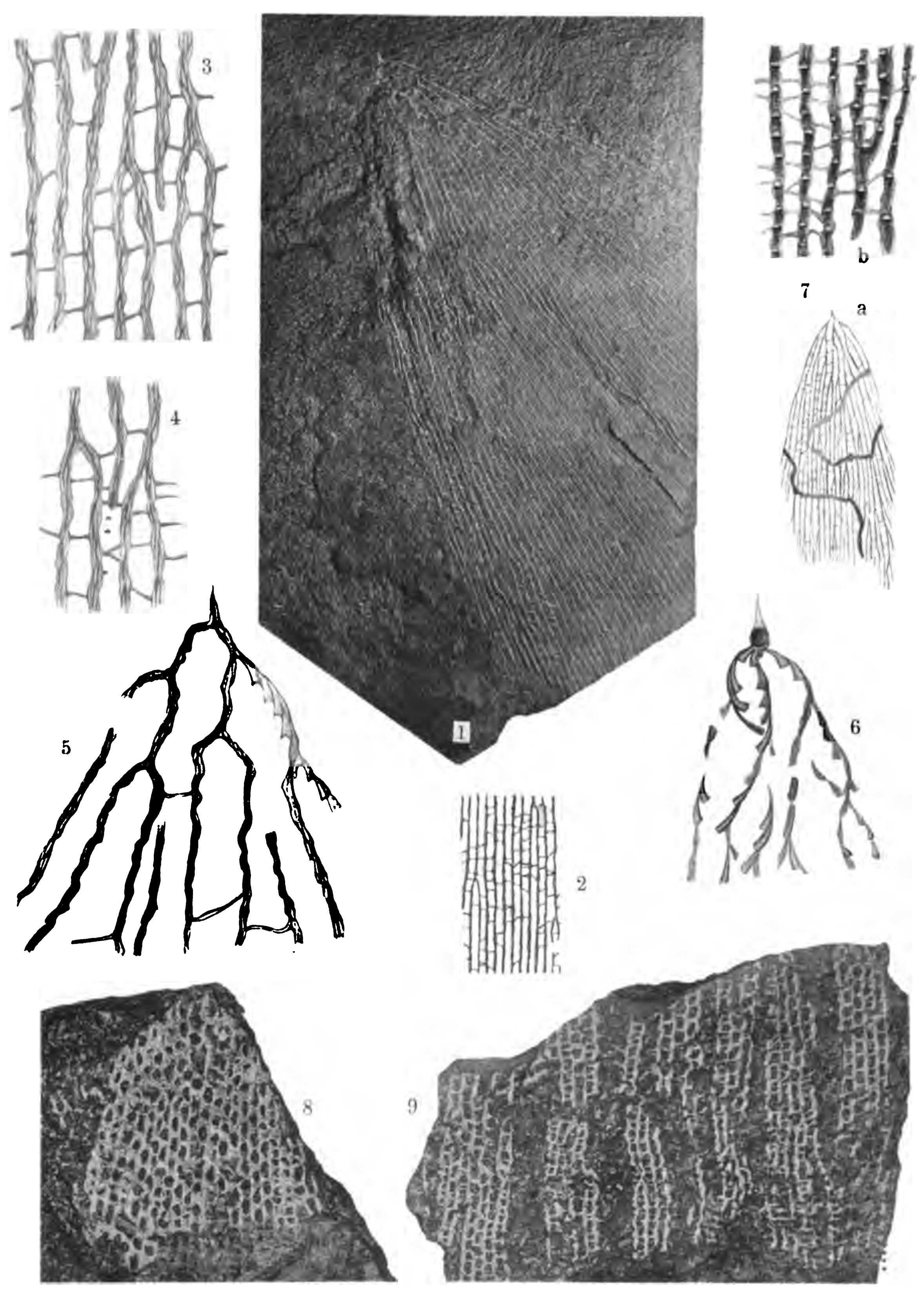
» 5. Samma art. Proximalpartiet af ett exemplar med thecor å en randliggande gren. Klefva. — 6/1.

» 6. Samma art. Proximalpartiet af ett delvis i svafvelkis bevaradt exemplar, visande thecornas form och tvärstriering. Tvärtrådarna komma till synes först i mera distala delar af polypariet, hvilka ej medtagits å teckningen. *Zon a.* Flagabro. — 6/1.

» 7. *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. sp. var. *conferta* LINRS.
Fig. a visar polypariets bägarform samt de uniserialt ställda thecorna å grenarnes inre sida. *Zon a.* Pålstorp (Vreta Kloster). — 1/1
Fig. b. Ett stycke af polypariets ventralsida med thecorna i svag relief. För vinnande af lämpligaste belysning har denna bild måst ställas så, att siculan är riktad nedåt. — 10/1.

» 8. *Dictyograptus flabelliformis* EICHW. sp. var. *norvegica* KJERULF.
Ett stycke af polypariet. *Zon c.* Fogelsång *H 1.* — 2/1. — O. MOBERG foto.

» 9. Samma varietet. Ett efter inbäddningen i skiffern sönderslitet polyparium. *Zon c.* Fogelsång *H 1.* — 2/1. — O. MOBERG foto.



Manda Broman et A. H. Westergård delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

Förklaring till tafl. IV.

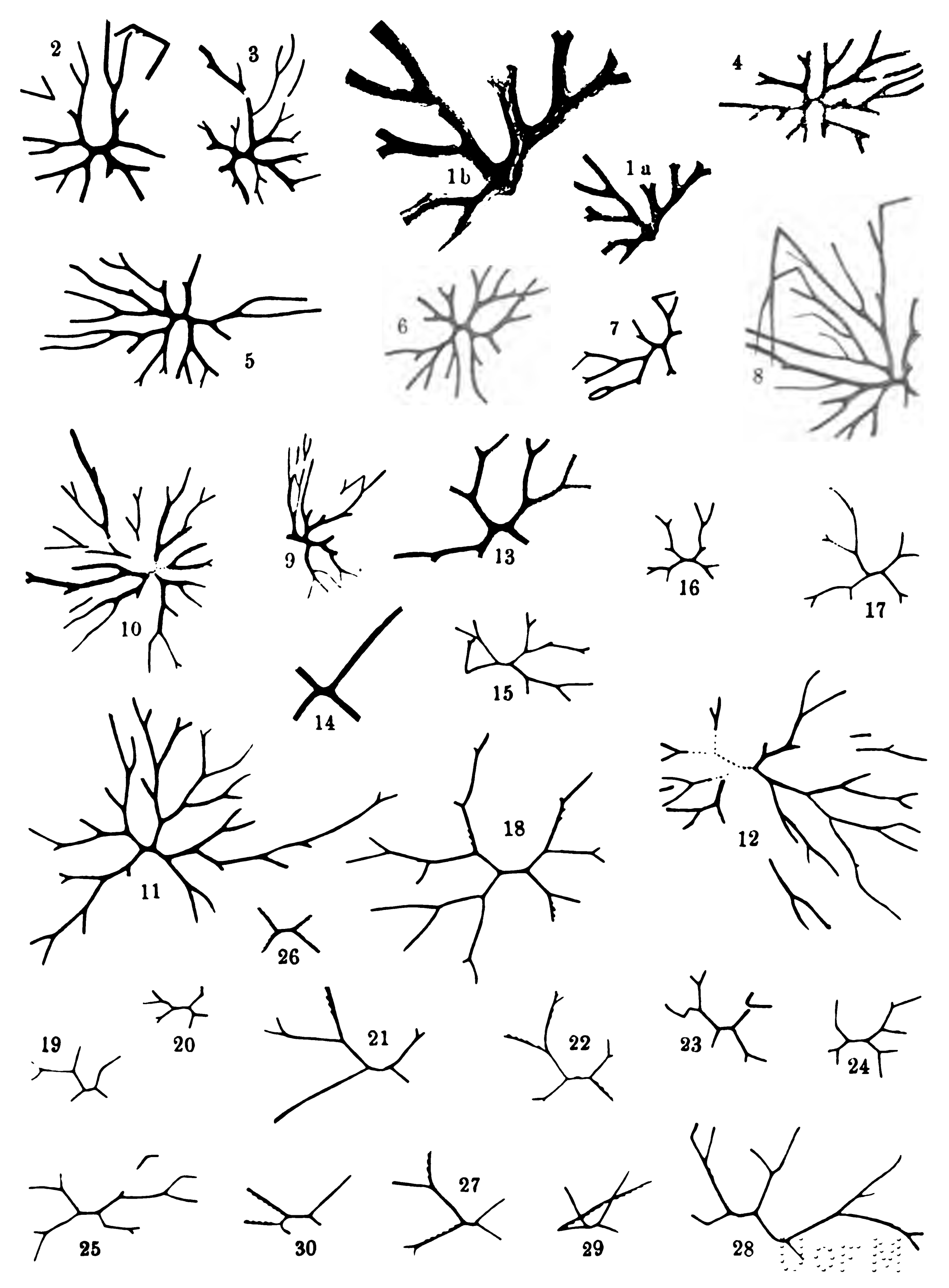
Förklaring till tafl. IV.

Fossil från dictyograptusskiffern.

Alla originalen tillhöra Lunds Universitets Geologisk-mineralogiska Institution.

Clonograptus tenellus **LINRS. med varieteter.** ***Zon b.*** **Alla figurer äro i naturlig storlek, utom fig. 1 b, som är i skalan $^{2}/_{1}$.**

Fig.			
Fig.	1 a och b.	Var. *Callavei* LAPW.	Exemplar med aftryck af thecor. Grönhögen
›	2.	› › ›	Tosterup.
›	3.	› › ›	Tosterup.
›	4.	› › ›	Grönhögen.
›	5.	› › ›	Tosterup.
›	6.	› › ›	Fogelsång *E 18 b.*
›	7	› › ›	Flagabro.
›	8.	› › ›	Fogelsång *E 18 b.*
›	9.	› › ›	Fogelsång *E 18 b.*
›	10.	› › ›	Tosterup.
›	11.	› › ›	Jerrestad *2.*
›	12.	› › ›	Tosterup.
›	13.	› › ›	Grönhögen.
›	14.	Var.	Grönhögen.
›	15.	›	Flagabro.
›	16.	›	Grönhögen.
›	17.	Forma typica.	Grönhögen.
›	18.	› ›	Nygård. — Kopia efter MOBERG *1892*: 1.
›	19.	Var.	Grönhögen.
›	20.	›	Flagabro.
›	21.	›	Jerrestad *2.*
›	22.	Forma typica?	Nygård.
›	23.	Var.	Jerrestad.
›	24.	Forma typica?	Flagabro.
›	25.	Var.	Jerrestad *2.*
›	26.	› , ungt individ.	Fogelsång *E 18 a.*
›	27.	Var. *hians* MOBERG.	Jerrestad *2.*
›	28.	› › ›	Jerrestad *2.*
›	29.	Var.	Grönhögen.



Manda Broman et A. H. Westergård delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

Förklaring till tafl. V.

Förklaring till tafl. V.

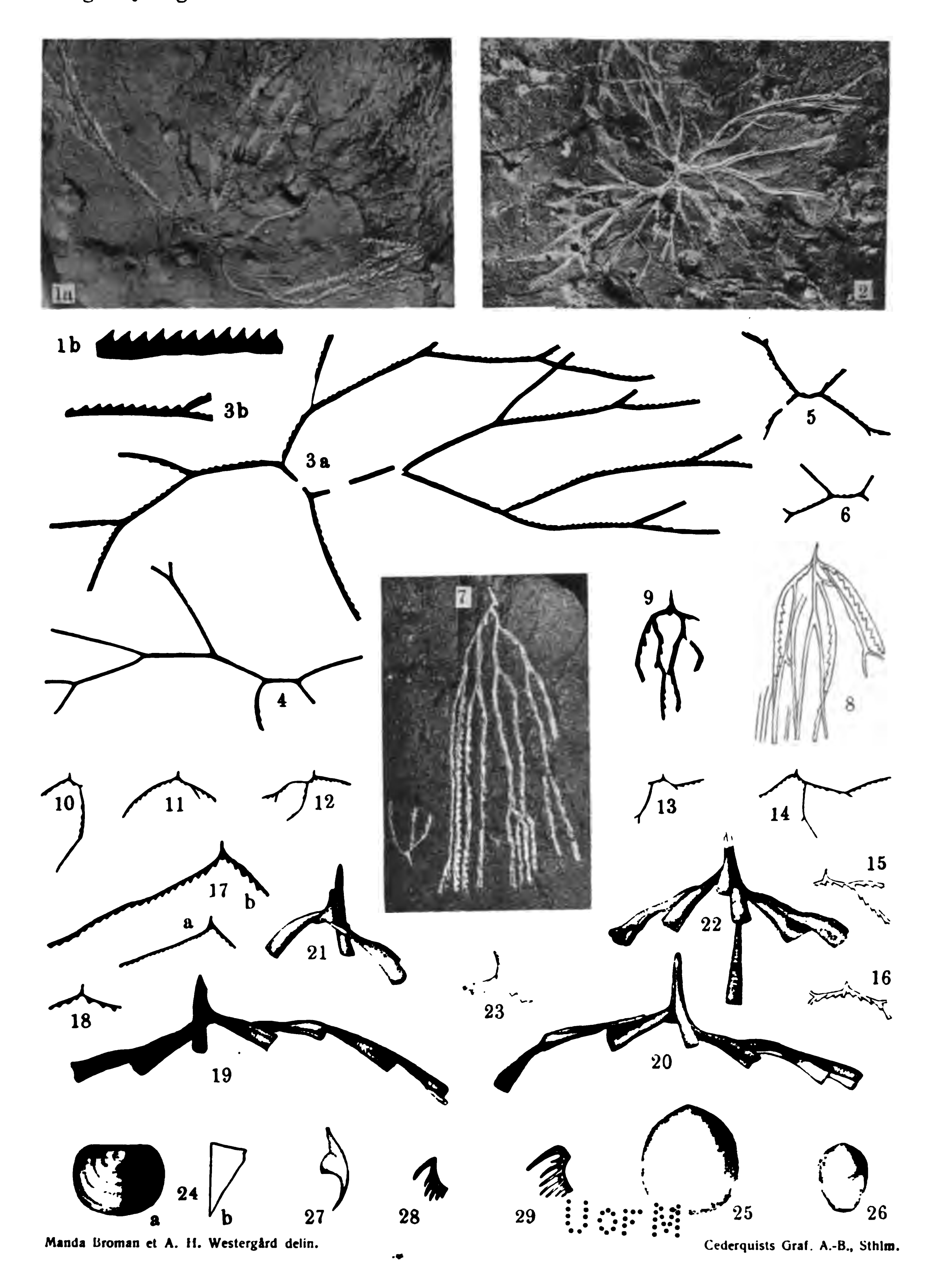
Alla originalen tillhöra Lunds Universitets Geologisk-mineralogiska Institution.

Fig. 1—23. Fossil från dictyograptusskiffern.

Fig. 1 a, b. *Clonograptus tenellus* var. *Zon b.* Fogelsång *E 18 a.* Fig. a — 1/1. O. MOBERG foto.; fig. b ett stycke af en gren. — 3/1.
» 2. *Clonograptus tenellus* var. *Callavei. Zon b.* Fogelsång *E 18 b.* — 1/1. — O. MOBERG foto.
» 3 a, b. *Clonograptus tenellus* var. *grandis* n. v. *Zon b.* Jerrestad *2.* Fig. a — 2/1; fig. b ett stycke af en gren. — 2/1.
» 4. Samma var.? *Zon b.* Jerrestad *2.* — 1/1.
» 5. » » *Zon b.* Flagabro. — 1/1.
» 6. » » *Zon b.* Jerrestad *2.* — 1/1.
» 7. *Bryograptus Kjerulfi* LAPWORTH. *Zon c.* Jerrestad *5.* — 2/1. — O. MOBERG foto.
» 8. » » » *Zon c.* Jerrestad *5.* — 2/1.
» 9. » » » ? *Zon b.* Nygård, Hunneberg. — 2/1.
» 10—14. *Bryograptus Hunnebergensis* MOBERG. *Zon b.* Nygård, Hunneberg. — 1/1.
» 15. » » » . *Zon b.* Fogelsång *E 18 a.* — 2/1.
» 16. » » » . *Zon b.* Jerrestad *2.* — 2/1.
» 17 a, b. Samma art, var. *Zon b.* Fogelsång *E 18 a.* Fig. a — 1/1; b — 2/1.
» 18. Samma art, var. *Zon b.* S:a Möckleby. — 2/1.
» 19. » » » Bevarad i svafvelkis. *Zon b.* Jerrestad *2.* — 12/1.
» 20. » » » Bevarad i svafvelkis. *Zon b.* Jerrestad *2.* — 18/1.
» 21. » » ? Ungt individ, bevaradt i svafvelkis. *Zon b.* Fogelsång *E 18 a.* — 13/1.
» 22. » » ? Ungt individ, bevaradt i svafvelkis. *Zon b.* Fogelsång *E 18 a.* — 18/1.
» 23. » » . Ungt individ. Bevaradt i skiffer. *Zon b.* Fogelsång *E 18 a.* — 4/1.

24—29. Fossil från dictyograptusskifferns hängande.

Fig. 24 a, b. *Acrotreta oelandica* n. sp. *Ceratopygeskiffer.* V om Ottenby. — 8/1.
» 25. *Obolus? inflatus* n. sp. *Ceratopygekalk.* Jerrestad *6.* — 4/1.
» 26. *Lingula? linguæ* n. sp. *Ceratopygekalk.* Jerrestad *6.* — 4/1.
» 27—29. Conodonter. *Ceratopygeskiffer.* V om Ottenby. — 12/1.



Manda Broman et A. H. Westergård delin.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 5. Nr 4.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 20. Nr 4.

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS

DER

PALÄARKTISCHEN EPHEMERIDEN

VON

SIMON BENGTSSON

LUND 1909
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Seit der Zeit LINNÉ's und DE GEER's haben sich die schwedischen Ephemeriden die Aufmerksamkeit der Entomologen nur wenig zugezogen. ZETTERSTEDT beschrieb 1839 in seinen »Insecta lapponica» p. 1044—1046 die in dieser Provinz von ihm angetroffenen Formen und erwähnte ausserdem ganz kurz die ihm aus dem übrigen Schweden bekannten Arten dieser Gruppe. Schliesslich gab der Pfarrer H. D. J. WALLENGREN in Entom. Tidskrift Årg. 3. 1882 p. 173—178 ein »Förteckning på de Ephemerider, som hittills blifvit funna på skandinaviska halfön», in dem 17 Arten, auf 7 Gattungen vertheilt, als der schwedischen Fauna zugehörig Erwähnung finden. So viel ich weiss, ist nichts mehr über die schwedischen Ephemeriden publiziert.

Seit einigen Jahren habe ich der fraglichen Insektengruppe ziemlich eingehende Untersuchungen gewidmet. Zur Vorbereitung einer Monographie der schwedischen Ephemeriden habe ich die meisten Provinzen Schwedens bereist und es ist mir gelungen, ein nicht geringes Material von Formen in verschiedenen Entwicklungsstadien zusammenzubringen. Mehrere von diesen Reisen wurden mit Unterstützung der K. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm unternommen und zwei der der Akademie abgestatteten Reiseberichte sind im Jahrbuch der Akademie gedruckt (K. Vetenskapsakademiens Årsbok Bd. 2. 1904. p. 117—131 und Bd. 6. 1908. p. 237—246). In diesen habe ich die interessanteren Funde von Ephemeriden und zwar besonders die für die Fauna oder die Wissenschaft neuen Formen erwähnt. Daneben lieferte ich eine approximative Angabe über die Zahl der schwedischen Arten dieser Gruppe, soweit dieselben mir bis dahin bekannt waren, sowie auch einige biologische Notizen. Auf diese Reiseberichte mag hier auch hingewiesen sein.

Als ein kleiner Beitrag zur erweiterten Kenntnis der nordischen Ephemeriden möchten hier die Beschreibungen einiger neuen Formen, die ich getroffen habe, vorgelegt werden. In der beabsichtigten Monographie werden sie näher besprochen und abgebildet werden.

1. Gen. **Euphyurus** n. gen.

Diese Gattung ist mit den Gatt. *Leptophlebia* (Westw.) Eat. und *Blasturus* Eat. nahe verwandt und schliesst sich, wie der Bau der Larve zeigt, an die letztere am nächsten an.

Imago. — Ausgezeichnet durch die lange mittelste Schwanzborste, die $^1/_3$ bis $^1/_2$ länger als die Seitenborsten und zweimal so lang als der Körper ist (beim Weibchen verhältnismässig etwas kürzer als beim ♂). Vorderfüsse des Weibchens fast eben so lang wie die Schienen, welche gleich lang wie die Schenkel sind.

Larve. — Körper ziemlich kurz, über Mesothorax am breitesten. Abdomen konisch, nach hinten gleichförmig verjüngt, die hinteren Seitenecken der Segmente abgestumpft, mit Ausnahme derjenigen des 8. und 9. Segments, die, wie bei *Blasturus*, kurz und spitz ausgezogen sind. Schwanzborsten drei, alle fast gleich lang und zweimal so lang wie der Körper, an den dunkleren Artikulationen ringsum dünn behaart. Fühler eben so lang wie der Körper, wie die Schwanzborsten an der Grenze der Glieder ringsum kurz behaart. — Sieben Paar Tracheenkiemen, am 1.—7. Hinterleibssegment, sehr verlängert (halb so lang wie der Hinterleib), nach aussen und hinten vom Körper frei hinaus hängend; jede in einen etwas längeren unteren od. äusseren und einen etwas kürzeren oberen od. inneren Zweig getheilt; die Zweige des 1. Paares sehr schmal, fast fadenförmig, diejenigen des 2.—7. Paares in ihrer basalen Hälfte lamellös, in Form ausgezogen eiförmiger, federförmig intrachierter, am 7. Segm. sehr schmaler Blätter ausgebildet, die sich allmählich in den langen, schmalen, fadenförmigen, von der einfachen Haupttrachee durchzogenen Endtheil verjüngen. — Die Mandibeln stimmen im Bau mit denjenigen der *Blasturus*-Larve nahe überein, die Maxillen ebenso, das 1. und 2. Glied der Palpen sind aber gleichlang und das 3. deutlich kürzer als das 2. Die Paraglossæ haben den äusseren Rand mehr abgerundet als bei den *Blasturus*- und *Leptophlebia*-Larven. Hypopharynx im Bau von der entsprechenden Mundpartie der genannten Gattungen abweichend, breit, transversel, im Vorderrand winkelig emarginiert, an den Seiten sehr abgerundet und der ganzen Länge nach zusammengebogen, einen schmalen Dachfirst mit steil abfallenden Seiten bildend, warum er wenig hervortritt und anfangs ganz zu fehlen scheint. Innere Kauladen der Unterlippe fast gleichbreit, vorn (wie hinten) quer abgestutzt, 3—4 mal schmäler als die kurzen und breit sichelförmigen, äusseren Laden. Lippentaster 3-gliedrig, das 1. Glied dick und kräftig, ungefähr ebenso lang wie das 2. und 3. Glied zusammen, das Endglied deutlich kürzer als das 2.

Körperlänge: 6—8 mm., Setæ 12—14 mm.

1. L. *albitarsis* nom. nov.

Subimago ♂ ♀. — Gelb bis braungelb, Mesonotum dunkelbraun mit einer mehr od. weniger deutlichen, helleren, mittleren Längslinie. Vorderflügel schwärzlich grau mit deutlicher Aderung, Hinterflügel weissgrau. Beine braungelb mit

dunkelbraunen Knieen und Trochanteren, Hinterschienen und Hintertarsen etwas heller. Schwanzborsten schmutzig gelb, mit schmalen, dunklen Artikulationen.

Imago ♂ — Obere Division der Augen dunkelbraun, die untere schwarz. Kopf und Thorax oben pechschwarz. Hinterleibssegmente 1—3 und 7—10 pechbraun, mit den 2.—3. und 7. Segm. meistens etwas heller; Segm. 4—6 durchscheinend, oben blass gelbbraun, unten weiss; Bauchsegmente 7—8 weiss, opak, mehr oder weniger rostgelb überhaucht; das 9. Bauchsegm. rostbraun mit schmalem, schwarzem Seitenrande. Schwanzborsten weiss, mit oft sehr deutlichen dunklen Artikulationen. Forcepsbasis bräunlich, Zange weiss. Penisschenkel bräunlich gelb, nach hinten etwas divergierend, jeder gegen die Spitze verjüngt und hier an der inneren Seite mit einem kleinen, pelluciden, hakenförmigen, nach hinten und etwas nach aussen gerichteten Zähnchen besetzt; von der Spitze jedes Schenkels läuft ausserdem ein nach der Unterseite zurückgeschlagener, abgeplatteter, am Ende verbreiterter und hier sehr schräg abgestutzter Anhangstheil aus. Beine pechbraun, mit den Vordertarsen und den Tibien und Tarsen der Mittel- und Hinterbeine schneeweiss; Kniee sämmtlicher Beine gelblichbraun. Flügel glashell mit farblosen Adern.

Imago ♀. — Augen graugrün. Kopf und Prothorax gelbroth- bis braunroth mit dunkleren flammigen Zeichnungen. Meso- und Metathorax oben glänzend dunkelbraun, auf den Seiten und unten hellbraun. Hinterleib oben einfarbig, braungelb bis rothbraun, das 1. Segment dunkler; Rückensegmente mit einer dunkelbraunen mittleren Längslinie und jederseits mit Andeutung eines dunkleren Schattenfleckes; die Unterseite des Hinterleibes etwas heller, einfarbig, braungelb-rothgelb. Beine bräunlich roth, mit den Vordertarsen und den Tibien und Tarsen der Mittel- und Hinterbeine schmutzig weiss bis gelbweiss. Im Übrigen wie beim Männchen.

Var. Imago ♂. — Füsse und Hinterschienen dunkler, schmutzig gelb. Auch die mittleren Rückensegmente des Hinterleibes dunkler. Schwanzborsten schmutzig gelb, dunkel geringelt. Costa, Subcosta und Radius der Vorderflügel rostgelb; Endtheil der Costa schwärzlich.

Var. Imago ♀. — Flügel und Schwanzborsten wie beim Männchen. Schienen und Tarsen rostgelb.

Körperlänge ♂ ♀ 6—8 mm., Flügel 8 mm., Schwanzborsten ♂ 8—10, 14—16, 8—10 mm.; ♀ 8, 10—12, 8 mm.

Hab.: Skåne—Lappland, die Hauptform traf ich nur im südlichen Schweden (niemals in den Hochgebirgen), die Varietät überwiegend in den nördlichen Provinzen.

Die Art umfasst sowohl *Ephemera hyalinata* Zett. p. parte, Ins. lappon. p. 1044. 3 als *Ephemera vitreata* Zett. l. c. p. 1045. 8. — Die von De Geer (Mém. d. Ins. Vol. II. Pars 2. pag. 646 ff. Pl. 17. Fig. 11—16. Stockholm 1771) in sämmtlichen Entwickelungsstadien beschriebene *Ephemera albipennis* Retz. (*E. vespertina* Lin.), mit welcher Art *Ephemera vespertina* Zett. l. c. pag. 1045. 5 wahrscheinlich identisch ist, gehört ohne Zweifel zu dieser Gattung, ist jedoch eine andere Art.

2. Gen. **Ephemerella** (WALSH.) *m.*

1. *E. lactata* n. sp.

Imago ♂. — Obertheil der Augen gelbroth, der untere schwarzgrün. Körper graubraun, Hinterleib oben heller moiriert; Bauchsegm. 1—7 am Grunde mit je zwei weissen, nach vorn etwas konvergierenden Tropfflecken und weisslichem Hinterrande; Bauchsegm. 8—9 weiss, das letztere jederseits mit einem dunkelbraunen Längsstrich. Mesosternum nach vorn ein wenig verbreitert, mit etwas ausgezogenen, spitzigen Vorderecken. Flügel milchweiss. Schwanzborsten weisslich, dunkel geringelt. Vorderbeine graugrün, Mittel- und Hinterbeine weisslich, mit graugrünen Tarsen und Klauen.

Imago ♀. — Augen grün. Kopf und Prothorax gelblichweiss mit rothbraunen Marmorierungen; Meso- und Metathorax gelbbraun. Hinterleib einfarbig, braunroth; Bauchsegmente mit schmalem, weisslichem Hinterrand, Bauchsegm. 8—9 gelblichweiss, das letztere an der Spitze seicht ausgerandet. Beine gelblich weiss, mit graugrünen Tarsen und Klauen, Schenkel an ihrem distalen Theil (wie bisweilen beim Männchen) mit undeutlichem, röthlichem Ringe.

Körperlänge ♂ 6—7 mm., ♀ 6 mm., Vorderflügel 7 mm., Setæ ♂ 6.5—7.5 mm. ♀ defekt.

Hab.: Helsingland bei Delsbo.

Die Art ist *E. ignita* PODA nahe verwandt, aber an dem nach vorn etwas verbreiterten Mesosternum, den einfarbigen Mesopleuren und milchweissen Flügeln sofort zu unterscheiden.

3. Gen. **Chitonophora** n. gen.

Diese Gattung steht *Ephemerella* am nächsten, unterscheidet sich aber scharf durch folgendes.

Imago. Mesosternum nach vorn stark verbreitert und in zwei kräftige, am Ende mehr od. weniger quer abgestutzte Seitenarme ausgezogen, wodurch seine Seiten stark eingeschweift und die Mesopleuren nach unten sehr verschmälert, fast dreieckig werden. Rückenplatte des 9. Abdominalsegmentes in den Hinterecken in eine lange, gerade, gleichbreite, nach hinten gerichtete Spitze ausgezogen. Das 8. Abdominalsegment des Männchens deutlich länger als breit. Zweites Gleid der Zangenschenkel am Ende in einen scharf markierten, dickeren, viereckigen Theil erweitert. Penisschenkel in einen deutlichen, verlängerten, spitzigen »Stimulus» endend. Die Querader zwischen Längsader 1 und 2 am Grunde der Vorderflügel hinten, wo dieselbe Ader 2 trifft, besonders beim Männchen schwarz. Vorderschienen des Männchens weitaus kürzer als bei *Ephemerella*, wenig länger als die Schenkel und ebenso lang oder kürzer als zweites und drittes Glied der Tarsen zusammen, der ganze Fuss fast zweimal länger als die Schiene. Hinterschienen des Männchens stärker entwickelt als bei *Ephemerella*, deutlich länger als

die Schenkel und oft zweimal länger als die Füsse. Vorderfüsse des Weibchens etwa ebenso lang wie die Schienen und diese etwa so lang wie die Schenkel. Hinterbeine des Weibchens wie beim Männchen. Schwanzborsten etwas länger als der Körper.

Larve. — Körper mehr langgestreckt als bei *Ephemerella*, Thorax fast dreimal länger als breit und Prothorax kaum zweimal breiter als lang. Körper über das 5. und 6. Abdominalsegment ebenso breit wie über Mesothorax. Hinterecken des 4.—9. Abdominalsegments in kräftige, nach aussen und hinten gerichtete, plattgedrückte Stacheln ausgezogen, von denen diejenigen des 8. Segments am kräftigsten entwickelt sind. Das 9. Hinterleibssegment deutlich länger als bei *Ephemerella*, beim ♀ fast quadratisch, beim ♂ nicht zweimal breiter als lang. Die bei *Ephemerella* gewöhnliche doppelte Längsreihe von dorsalen Höckern nur schwach angedeutet, in der Form kaum sichtbarer, kurzer Erhebungen. Prosternum hinten sehr erweitert und hier fast eben so breit wie die Länge. Mesosternum aus einer einzigen, in ihrem hinteren Theil sehr dilatierten Platte bestehend. Schwanzborsten halb so lang wie der Körper. Fühler ebenfalls etwas kürzer als bei *Ephemerella*. — Fünf Paar Tracheenkiemen, am 3.—7. Hinterleibssegment, auf den Seiten des Rückens liegend, die vier vordersten imbriciert, letztes und kleinstes Paar vom vorhergehenden ganz verdeckt. Jede Kieme besteht, wie bei *Ephemerella*, aus zwei Blätter, von denen das untere od. hintere jedoch nur bei den drei ersten Paaren zweiästig ist, während es an den beiden hintersten einfach, ungetheilt und rundlich ist. Das obere od. äussere Blatt des 1. bis 4. Kiemenpaars ist langgestreckter und zugespitzter als bei *Ephemerella*, dasjenige des 5. Paars kurz eiförmig und an der Basis in zwei grosse, abgerundete, ohrenförmige Zipfel ausgezogen. — Die Mandibeln zeigen den inneren Endzahn viel kräftiger entwickelt als bei *Ephemerella* und in der Spitze 2—3-gezähnt. Prostheca kurz und kräftig. — Die Maxillen unterscheiden sich in vielem von denjenigen bei *Ephemerella*. Lacinia viel stärker entwickelt, ebenso lang wie Stipes, fast gleichbreit; ihre Spitze durch eine deutliche Einbiegung abgesetzt und zweigezähnt, an der Innenseite mit 2 kurzen und breiten Zähnen bewaffnet. Max.-palpen etwas kürzer als Lacinia, erstes Glied sehr lang, etwas länger als das 2. und 3. Glied zusammen, zylindrisch, das 2. halb so lang wie das 3. und fast ebenso dick wie das 1.; das 3. schmal konisch, mit der Spitze etwas nach innen umgebogen. — Paraglossæ ebenso lang wie Hypopharynx, die Seiten beider mehr abgerundet als bei *Ephemerella*, der Vorderrand des letzteren etwas emarginirt. — Laden der Unterlippe in Form mit denjenigen der *Ephemerella* übereinstimmend. Das 2. Glied der Taster am längsten, das Endglied sehr klein, stiftförmig, 5—6 mal kürzer als das 2. — Vorderfüsse ♂♀ fast ²/₃ so lang als Schienen. Hinterfüsse beim ♂ ¹/₃, beim ♀ ¹/₂ so lang als Schienen. Sämmtliche Schienen an der Aussenseite, sowie die Oberseite der Schenkel an der Basis ziemlich dicht langhaarig. Alle Klauen gekämmt, diejenigen der Vorderfüsse bei ♂♀ vor der Spitze mit einem deutlichen Zähnchen.

Körperlänge 10—11 mm., Setæ 5—6 mm.

1. *Ch. Aurivillii* n. sp.

Imago ♂. — Obertheil der Augen blass fleischroth, der untere gebändert, mit zwei dunklen, blaugrünen und zwei hellen, fleischrothen Streifen. Körper oben schwarzbraun, Mesonotum mit deutlichem, weissem Seitenrande. Unterseite von Kopf, Prothorax und Hinterleib weisslichgelb, die vorderen und hinteren Hinterleibssegmente braun überhaucht und das 9. Bauchsegment jederseits mit einem dicken, dunkelbraunen Längsstrich. Meso- und Metathorax unten schwarzbraun. Das 10. Hinterleibssegment und Penis weisslich gelb, Zangenschenkel graugrün, gegen die Spitze etwas dunkler. Forcepsbasis hinten quer abgestutzt. Drittes Gleid der Zangenschenkel dick, an der Spitze abgerundet. Penisschenkel relat. lang, wenig divergierend, jeder in der äusseren Ecke in einen schmalen, spitzen »Stimulus» verlängert. Schwanzborsten schmutzig braun, einfarbig. Adern der Vorderflügel bräunlichgelb, die 2. und 3. Längsader heller. Beine weisslich gelb, Schenkel an der Spitze bräunlich, Vorderbeine dunkler, graugrün.

Imago ♀. — Augen graugrün. Kopf und Prothorax gelblich, oben rothbraun marmoriert. Meso- und Metathorax gelbbraun bis braun, die Seiten des ersteren weissgelb. Hinterleib oben schmutzig gelbbraun, unten heller, besonders die Segmente 7—9 etwas bräunlich überhaucht. Bauchplatte des 9. Segments hinten quer abgestutzt. Hinterecken der Rückenplatte des 8. Abdominalsegments zu einer kurzen und schmalen Spitze verlängert. Schwanzborsten gelblich grau, einfarbig oder mit undeutlichen bräunlichen Artikulationen. Beine weisslich gelb, mit dunkleren, grünlichen Tarsen und bräunlichen Knieen. Flügeladern ähnlich wie beim Männchen.

Var. Imago ♂. — Untere Division der Augen blass fleischroth, von der oberen, gleichgefärbten durch eine schmale, gelbliche Zone getrennt. Kopf und Thorax pechschwarz. Hinterleib einfarbig, dunkel violettroth (fast ebenso dunkel unten wie oben), mit dem 8. und 9. Bauchsegm. blassroth, das 9. jederseits mit einem dunkelbraunen Längsstriche. Forcepsbasis und Penis blassroth. Schwanzborsten rothbraun, mit, wenigstens am Grunde deutlichen, schwarzen Artikulationen. Beine röthlich weiss, die vordersten rothbraun.

Körperlänge ♂ 10—11 mm., ♀ 10—12 mm., Vorderflügel ♂ 11—12 mm., ♀ 12—13 mm., Setæ ♂ 15 mm., ♀ 13—14 mm.

Hab. Dalarne: bei den Kirchdörfern Elfdalen und Idre, Lappland: bei Vestansjö im Kirchspiel Tärna, in zahlreichen Exemplaren gefunden. Die Varietät nur in 1 Ex. in der Provinz Dalarne bei Hällstugan im Kirchspiel Elfdalen getroffen.

2. *Ch. mucronata* n. sp.

Imago ♂. — Obere Division der Augen blass fleischroth, die untere oben gleichgefärbt, in der unteren Hälfte grünlich schwarz. Oberseite des Kopfes sowie Meso- und Metathorax bräunlich schwarz bis pechschwarz, Gesicht und Seiten des Mesothorax gelblich; Prothorax hellbraun. Abdomen einfarbig, schmutzig braun, Bauchsegm. 8—9 gelblich weiss, das letztere jederseits mit einem dunkleren Längsstrich.

Zange und Penis gelblich, am Grunde dunkler. Forcepsbasis hinten in eine deutliche, mittlere Spitze verlängert. Penisschenkel mit den Enden viel stärker divergierend als bei der vorigen Art, und »Stimuli» kürzer und viel stumpfer. Penisbasis vorn zweimal breiter als hinten, mit sehr eingeschweiften Seiten (bei vorig. Art fast gleichbreit). Schwanzborsten gelblich weiss, mit deutlichen schwarzen Artikulationen. Vorderbeine braun, die übrigen gelblich mit etwas dunkleren Knieen und Tarsen und schwarzen Klauen.

Imago ♀. — Augen graugrün. Kopf gelblichroth. Thorax gelbbraun. Abdomen einfarbig gelblich bis gelbroth, Bauchsegm. 8 und 9 gelbweiss. Rückenplatte des 8. Hinterleibssegments in den Hinterecken in eine kräftige, schmale Spitze verlängert. Bauchplatte des 9. Abd.-segm. hinten scharf eingeschnitten. Schwanzborsten wie beim Männchen. Alle Beine gelblich.

Körperlänge ♂ 6—7 mm. ♀ 5,5—6,5 mm., Vorderflügel 8 mm., Schwanzborsten 8 mm.

Hab.: Dalarne bei den Kirchdörfern Elfdalen, Särna und Idre.

Anm. Die von EATON [1]) vor kurzem beschriebene *Ephemerella Aronii* gehört ohne Zweifel dieser Gattung an und scheint *Chitonophora Aurivillii* nahe zu kommen, aber unterscheidet sich u. a. durch anders gebildete Zangenschenkel und Penis.

4. Gen. Siphlurus EAT.

1. *S. Zetterstedti* n. sp.

Imago. — Flügeladern zart, die kräftigeren Längsadern bräunlich, die feineren sowie die Queradern gelblich. Schwanzborsten braunroth, schwarz geringelt. Hinterecken der Rückenplatte des 9. Hinterleibssegments nicht ausgezogen.

♂. — Braun. Hinterleib oben dunkler, fast schwarzbraun, am Grunde der Segmente gelblich; unten gelblich, die Segmente 2—8 je mit einer deutlichen, U-förmigen, braunrothen Zeichnung. Das 9. Abdom.-segment hinten nur wenig breiter als vorn. Forcepsbasis deutlich breiter als lang, einfarbig, gelb. Zangenschenkel dunkelbraun, nach der Spitze zu etwas heller, ihr 1. Glied kurz, 2. Glied fast zweimal länger und viel schmäler als das erste. Beine einfarbig, gelblich, Vorderbeine schmutzig braun.

♀. Färbung ähnlich wie beim Männchen, aber die Oberseite des Hinterleibs heller und Segm. 7—9 mit je zwei schwarzen Längsstrichen; Unterseite gelblich, mit den 3—4 letzten Segmenten weisslich und den braunrothen U-förmigen Zeichnungen viel dicker und breiter, diejenigen der 7—9 Segm. dunkler, schwarzbraun. Bauchplatte des 7. Abdom.-segments am Hinterrande tief rechtwinklig eingeschnitten. Alle Beine gelblich.

Körperlänge ♂ ♀ 12 mm., Setæ ♂ 18 mm. ♀ 16 mm.

---

[1]) ESBEN PETERSEN, Bidrag til en fortegnelse over arktisk Norges Neuropterfauna. Tromsö Museums Aarshefter 25. Tromsö 1907—08 p. 149—151.

Hab.: Dalarne: bei Särna und Idre. Jemtl.: bei Bydalen und Åre. Lappland: bei Björkfors und Joeström im Kirchspiel Tärna.

2. *S. spinosus* n. sp.

Imago. — Flügeladern sowohl gröber als dunkler wie bei der vorigen Art, schwarzbraun. Schwanzborsten einfarbig, rothgelb.

♂. — Körperfarbe oben bräunlich. Oberseite des Hinterleibs jederseits mit einer Reihe schwarzbrauner Längsflecke, am Grunde der Segmente gelblich. Unterseite des Hinterleibs braunroth, nur Segm. 5—7 mit deutlichen U-förmigen dunkleren Zeichnungen; Hinterrand der Segmente weisslichgelb; Seiten des 9. Segments schwarzbraun. Das 9. Abdom.-segm. viel breiter nach hinten, mit den Hinterecken in kräftige, spitze Prozesse verlängert. Forcepsbasis etwas länger als bei der vorigen Art, aber immerhin transversel, gelblich, mit zwei rothbraunen rundlichen Flecken. Zangenschenkel gelb, nach der Spitze zu bräunlich, kräftiger als bei der vorigen Art, besonders ist das 1. Glied weitaus stärker und nur wenig kürzer als das ebenfalls kräftige 2. Glied.

♀. — Heller als ♂, bräunlich ockergelb. Hinterleib oben rothbraun, jedes Segment beiderseits am Grunde eine gelbliche Zeichnung in Form eines kleineren äusseren und eines längeren inneren Flecks tragend; Unterseite braunroth, mit mehr oder weniger deutlichen Punkten, besonders einem grösseren in der Mitte jedes Segments, sowie Hinterrand der Segmente weisslich; das 10. Bauchsegment weisslichgelb. Bauchplatte des 7. Abdom.-segments eine kurze, breite ausgerandete Eiklappe bildend. Hinterecken der Rückenplatte des 9. Segments in dünne, spitzige Prozesse verlängert. Beine rothgelb.

Körperlänge ♂ ♀ 12—13 mm, Schwanzborsten ♂ 17—18 mm, ♀ 14 mm.

Hab.: Skåne: bei V. Vram. Dalarne: Elfdalen, Särna und Idre. Helsingland: Delsbo. Lappland: Björkfors und Joeström im Kirchspiel Tärna.

3. *S. latus* n. sp.

Imago ♀. — Besonders charakterisiert durch das kurze, breite 9. Hinterleibssegment, das zweimal breiter als lang ist und dessen Rückenplatte in den Hinterecken in zwei grosse, breite, plattgedrückte Dornen ausgezogen ist. Bauchplatte des 7. Abdom.-segments ein schmale, am Ende ausgerandete Eiklappe bildend. Augen dunkel braunroth. Kopf rostbraun. Thorax bräunlich gelb. Hinterleib oben schmutzig gelb, hinten etwas heller; alle, besonders deutlich aber die hinteren Segmente, mit zwei medialen, braunen Längsstrichen und einem ähnlichen an den Seitenrändern; Unterseite heller. Beine schmutzig gelb, mit pechbraunem Endglied der Füsse. Flügeladern grob, gelbbraun.

Körperlänge ♀ 16 mm, Vorderflügel 16 mm.

Hab. — Von dieser durch ihre Grösse und die Bildung des 9. Hinterleibssegments sehr ausgezeichneten Art habe ich bisher nur 1 Ex., Imago ♀, bei Billinge in der Provinz Skåne gefunden.

Die Art scheint *S. armatus* Eat. nahe zu kommen, die in England und Irland getroffen ist, und ist vielleicht das vorher unbekannte Weibchen derselben.

5. Gen. **Siphlurella** n. gen.

Diese Gattung steht *Siphlurus* am nächsten, ist von derselben aber sowohl im Larven- als im Imagostadium sicher zu trennen.

Imago. — Vorderbeine des Männchens ebenso lang wie Körper, mit den Tarsen dreimal länger als Schienen und diesen $^{4}/_{5}$ so lang als Schenkel. Die Tarsenglieder reihen sich nach der Länge folgenderweise: 3. fast ebenso lang wie 2., 1, 4, 5; das 1. Glied immer deutlich länger als das 4. und kaum merkbar kürzer als das 2.; Endglied verlängert, völlig $^{2}/_{3}$ so lang wie das 4. Vorderbeine des Weibchens etwa halb so lang wie Körper, mit den Tarsen fast zweimal länger als Schienen (wie 1,25 : 2,25), diese $^{3}/_{8}$ so lang als Schenkel; Gradation der Tarsenglieder folg.: 1 kaum merkbar länger als 2., 3. ebenso lang wie 5., 4. Hintertarsen ♂ ♀ nicht völlig 1 $^{1}/_{2}$ mal so lang als Schienen, Gradation der Glieder folg.: 1. ebenso lang wie 5., 2, 3, 4. Schwanzborsten 2, die mittlere bis auf ein sehr kleines, 3—5-gliederiges Rudiment reduziert; die lateralen beim ♂ zweimal, beim ♀ wenig länger als Körper. Forcepsbasis deutlich länger als breit. Penisschenkel von oben gesehen breit, plattgedrückt, am Ende schräg abgestutzt und in der äusseren Ecke in eine kurze, dünne Spitze ausgezogen. »Stimuli» kurz, abgeplattet, hinten erweitert und quer abgestutzt; zwischen denselben und den dahinter gelegenen Penisschenkel jeder Seite münden die beiden Vasa defer. aus. Bauchplatte des 7. Hinterleibssegments hinten in eine kurze und breite, aber deutliche Eiklappe verlängert.

Larve (von *S. Thomsoni*). — Sieben Paar Tracheenkiemen, die sechs ersten Paare (am 1.—6. Hinterleibssegment) doppelt; diejenigen des 1. und 2. Segments aus zwei in Grösse und Gestalt gleichen, tief zweilappigen Blättchen bestehend, diejenigen des 3.—6. Segments aus einem vorderen viel kleineren und rundlichen Blättchen und einem hinteren, am 3. und 4. Segmente seicht 3—4-lappigen, am 5. und 6. Segmente ungetheilten, etwas transversel rundlichen Blättchen bestehend. Tracheenkiemen des 7. Segments klein, einfach, verkehrt-eirund und von fiederförmig verzweigten Tracheen durchzogen. Tracheation der 1.—6. Paare (wenigstens die des hinteren Blättchens) handförmig. — Oberkiefer mit einer beweglichen Prostheca. »Paraglossæ« kaum merkbar kürzer als der vorne ziemlich tief zweilappige «Hypopharynx». »Lacinia» der Unterkiefer mit stark abgerundeten Seiten und in eine scharfe Spitze verlängert. Kiefertaster ersichtlich länger als »Lacinia», mit dem 1. Glied fast ebenso lang wie 2. und 3. Glied zusammen und im distalen Ende, ähnlich wie das 2. Glied, erweitert; Endglied ebenso lang wie das 2. Äussere Lade der Unterlippe viel schmäler als die innere, kaum halb so breit wie diese, welche fast ebenso breit wie lang ist. Drittes Glied der Lippentaster viel kräftiger als bei der *Siphlurus*-Larve, wenig länger als dick.

1. *S. Thomsoni* n. sp.

Imago ♂. — Augen violettbraun, von einer dunkelblauen, oben und unten weissgerandeten Längslinie in ein grosses oberes und ein ganz kleines, dunkleres

unteres Segment getheilt. Kopf und Thorax hellbraun, mit weisslichen Zeichnungen. Rückenseite der Hinterleibssegmente hinten schmutzigbraun, vorne weissgelb, mit zwei mittleren schwärzlichen Flecken näher der Basis und weiter rückwärts an den Segmenten jederseits mit zwei ziemlich undeutlich begrenzten dunklen Flecken. Unterseite weiss, an den vorderen Segmenten blauviolett überhaucht. Das 7. und 8. Segment weisslichgelb, opak; das 9. Segment rostroth überzogen; auf sämmtlichen Bauchsegmenten mit Ausnahme des 10. eine dunkelbraune Zeichnung, bestehend aus einem rundlichen Fleck vorn in der Mitte, dahinter zwei ganz kleinen aber sehr deutlichen schwarzen, transversal gestellten Punkten und etwas hinter dem vorderen grösseren Fleck jederseits einem länglichen, schräg gestellten Fleck, welche beide nach vorn konvergieren und wenigstens an den vorderen Segmenten von je einer helleren Schattenlinie nach hinten direkt fortgesetzt werden; an den hinteren Segmenten werden die zwei kleinen schwarzen Punkte, sowie die beiden Schattenlinien verwischt und die beiden länglichen Schrägflecken stellen sich in die Längenachse des Körpers. Forcepsbasis weisslich, rostroth überhaucht. Zange hellbraun, mit dem 2. Glied fast dreimal so lang als das 1. Glied. Schwanzborsten weiss, scharf dunkelbraun geringelt. Vorderbeine braungelb, mit den Endgliedern der Füsse weiss, die beiden hinteren Paare gelblichweiss; alle Beine mit einem breiten Ring im distalen Theil der Schenkel, gleichwie Artikulationen und Klauen rothbraun; Hüften und Trochanteren überwiegend dunkel. Flügel glashell, mit dunkelbraunen, zarten Adern.

Imago ♀. — Augen wie beim Männchen. Kopf weissgelb, Gesicht, wie beim ♂, unterhalb der Insertion der Antennen heller, mit einem braunvioletten Querband; der Scheitel mit einer dunkelbraunen Zeichnung in Form zweier plankonkaven Linsen und an der inneren Orbita der Augen je ein kleiner dunkelbrauner Fleck. Prothorax gelblich, rothbraun überhaucht. Meso- und Metathorax violettbraun, mit hell violettrothen Zeichnungen. Hinterleib wesentlich ähnlich wie beim Männchen gezeichnet, die Unterseite aber mehr blauviolett, mit oft mehr ausgebreiteten dunklen Zeichnungen. Hinterrand der Eiklappe jederseits ein wenig ausgeschnitten. Schwanzborsten wie beim Männchen gefärbt. Beine ebenso, die Vorderbeine aber heller, braungelb.

Var. Imago ♀. Die dunklen Zeichnungen auf der Unterseite des 1. bis 7. Segments zur Bildung eines grossen, scharf begrenzten, dunkel violettbraunen, öftest mit zwei kleineren, weisslichen Punkten gezeichneten Flecke verschmolzen, der auf den vier vorderen Segmenten kurz und breit, auf den übrigen länglicher, herzförmig, nach vorn zugespitzt ist.

Körperlänge ♂ 10—12 mm, ♀ 11—12 mm, Vorderflügel ♂ 12—13 mm, ♀ 12—14 mm, Setæ ♂ 21—22 mm, ♀ 15—17 mm.

Hab. — Diese, besonders was die völlig reifen Weibchen betrifft, ausserordentlich hübsche Art scheint eine weite und zwar überwiegend östliche Ausbreitung zu haben, da ich dieselbe in Skåne (am See Immeln), Småland (bei Ryd, Torne, Aringsås, Helgasjön), Östergötland (am Sommen), Vermland (am Glafsfjorden),

Helsingland (bei Delsbo) Medelpad (bei Ånge) und Vesterbotten (bei Jörn) gesammelt habe. In den Hochgebirgen kommt sie nicht vor. Die Varietät ist bei Delsbo in Helsingland getroffen.

2. *S. oblita* n. sp.

Imago ♀. — Augen einfarbig, dunkel rothbraun. Hintere Orbita derselben, der ganze Thorax, das 9. und 10. Hinterleibssegment sowie alle Hüften gelbroth. Kopf ohne den bei der vorigen Art vorhandenen dunklen Fleck an der inneren Orbita der Augen. Pronotum mit zwei dunkleren Flecken. Oberseite der 1.—8. Hinterleibssegmente schwarzbraun überhaucht, am Grunde heller; Unterseite derselben Segmente schmutzigweiss, mit ungefähr derselben Zeichnung wie bei der vorigen Art; das 7. und 8. Segment rostroth überzogen. Eiklappe breit, hinten gerade abgestutzt. Schwanzborsten weiss, scharf dunkel geringelt. Schenkel der Vorderbeine rothgelb, diejenigen der beiden hinteren Paare gelblichweiss, alle mit einem braunen Ring unterhalb der Mitte; alle Schienen und Tarsen weisslich, mit dunkelbraunen Artikulationen und Klauen. Flügeladern zart, pechbraun.

Körperlänge 11 mm, Schwanzborsten 14 mm.

Hab. — Von dieser Art habe ich nur 1 Ex., Imago ♀, in Södermanland bei Vreta gefunden.

6. Gen. **Potameis** n. gen.

Imago. — Vorderbeine des Männchens völlig so lang wie der Körper, Tarsen etwa 2 ½ mal so lang als Schienen, die ebenso lang oder eher ein wenig kürzer als die Schenkel sind. Die Fussglieder reihen sich nach der Länge folgenderweise: 2. eben so lang wie 3., 1. ebenso lang wie 4., 5, das 3. Glied mit der Tendenz am längsten zu werden. Erstes Fussglied an der Innenseite dicht bezahnt. Vorderbeine beim ♀ nicht völlig halb so lang wie der Körper, mit den Tarsen deutlich länger als Schienen, die ¾ so lang wie die Schenkel sind; Gradation der Fussglieder folg.: 1—2—5 gleich lang, 3, 4. Hintertarsen ♂ ♀ ebenso lang wie Schienen und diese etwas länger als Schenkel; Gradation der Länge der Fussglieder folg.: 5, 2, 3, 4—1 gleich lang. Klauen aller Füsse bei ♂ ♀ gleich, beide schmal und krumm. Hinterflügel wohl entwickelt, Axillarregion gross mit reichliger Neuration, Marginaldilatation am Grunde schwach angedeutet oder fehlend. Schwanzborsten zwei, die mittlere bei ♂ ♀ bis auf ein kleines, 5-gliederiges Rudiment reduziert, die lateralen beim ♂ 1 ½ bis nahe 2 mal so lang als Körper, beim ♀ ein wenig länger als Körper. Augen beim ♂, von oben gesehen, kugelrund, ascalaphoid, ihre innere Orbita, von vorn gesehen, konvex. Scheitel des Weibchens zweimal breiter als lang, Occipitalrand ziemlich stark ausgerandet. Forcepsbasis hinten quer abgestutzt. Zangenschenkel 4-gliederig, das 1. Glied kurz, das 2. länger als das 3. und 4. zusammen. Bauchplatte des 9. Hinterleibssegments beim ♀ nach hinten sehr stark verlängert, mit stark bogenförmigem Hinterrand.

Subimago. — Alle Glieder der Vorderfüsse beim ♂ gleich lang; beim ♀ reihen sie sich wie folgt: 1—2—5 ungef. gleich lang, 3, 4.

L a r v e (von *P. elegans*). — In Habitus den *Siphlurus*- und *Ameletus*-Larven (NEEDHAM, N. Y. State Mus., Bulletin 86. Pl. 7. Fig. 1.) sehr ähnlich. Besonders ausgezeichnet durch den aus Federborsten bestehenden Haarsaum am Rande der »Lacinia» und namentlich durch die zu Scheeren umgeformten Lippentaster, Bildungen welche bei den Insekten, so viel ich weiss, sonst nur bei der Larve von der aus Amerika bekannten Ephemeriden-Gattung *Bætisca* getroffen sind. — Hinterecken der Rückenplatten des 1.—4. Hinterleibssegments in keine oder nur ganz schwache Spitzen verlängert, diejenigen des 5.—9. Segments viel schwächer ausgezogen als bei den Larven der erwähnten Gattungen. Vorder- und Hinterrand der Hinterleibssegmente in charakteristischer Weise ausgeschweift. Sieben Paar Tracheenkiemen (am 1.—7. Hinterleibssegm.), alle einfach, aus sehr grossen, eiförmigen, spitzen, etwas asymmetrischen Blättchen bestehend und von federförmig verzweigten Tracheen durchzogen; das 7. Paar am kleinsten. Schwanzborsten 3, etwas mehr als halb so lang als der Körper, die mittelste zweizeilig behaart, die beiden lateralen nur auf der Innenseite einzeilig behaart, alle einfarbig (ohne dunklem Ring), die Seitenborsten braun, die mittelste gelblich. Fühler kurz, nur wenig länger als Kopf. — Oberkiefer denjenigen der *Siphlurus*-Larve sehr ähnlich, mit Prostheca. »Paraglossæ» am Ende abgerundet, nicht wenig länger als Hypopharynx, der gleichbreit und an der Spitze zweilappig ist. »Lacinia» der Unterkiefer in der Form derjenigen der *Siphlurella*-Larve sehr ähnlich; an der äusseren Seite der Spitze eine Reihe von ziemlich kräftigen gleichdicken, bei stärkerer Vergrösserung (× 150) deutlich kurzgekämmten Borsten tragend; nach dem hintersten der drei kräftigen, geraden Dornen am Innenrande der »Lacinia» folgt ein Haarsaum von etwa zehn gleichlangen Federborsten. Kiefertaster deutlich länger als »Lacinia», dreigliederig, das 1. Glied zweimal dicker als die übrigen, ein wenig kürzer als das 2., das etwa zweimal länger als das 3. und an der Spitze erweitert und schräg abgestutzt ist; Endglied konisch. Innere Laden der Unterlippe breit, fast viereckig, äussere Laden kurz, breit sichelförmig, völlig so breit wie die inneren. Erstes Glied der Lippentaster sehr dick, zweites $^1/_3$ länger als das 3., zusammen mit diesem eine wohl entwickelte Scheere bildend, die, ähnlich wie diejenige der *Bætisca*-Larve, ganz nach dem Typus der Scheerenbeine der Crustaceen gebaut ist.

Diese Gattung kommt vielleicht *Chirotonetes* am nächsten, unterscheidet sich aber beträchtlich durch die Bildung der Beine, Forcepsbasis, 9. Bauchplatte und Scheitel des Weibchens, Klauen u. s. w. und nähert sich in mehreren Bauverhältnissen eher der Gattung *Metamonius* [1]).

---

[1]) In der Deutsch. Entom. Zeitschr. Jahrg. 1909. Heft IV. pag. 554 hat ESB. PETERSEN (New Ephemeridæ from Denmark, Arctic Norway and the Argentine Republic) eine neue Gattung »*Sparrea*», mit der Art *S. norvegica*, auf ein Paar von J. SPARRE-SCHNEIDER bei Karasjok in Finmarken, Norwegen, erbeuteter Stücke gegründet, aufgestellt, welcher diese Gattung auch nahe zu kommen scheint. Indessen wird die Gattung mit keinem Worte beschrieben, sondern es werden nur die Charaktere, welche dieselbe mit den Gatt. *Chirotonetes* und *Metamonius* gemeinsam hat, angeführt. Auch die beigegebenen Figuren, falls sie korrekt sind, ermöglichen keine Identifizierung mit der vorliegenden Gattung.

1. P. *elegans* n. sp.

Imago ♂. — Kopf und Thorax dunkelbraun, der letztere mit mehreren gelblichen Zeichnungen. Hinterleib oben schmutzigbraun, oft mit hervortretenden dunkleren Zeichnungen, unten einfarbig dunkelbraun, Pleuren sowie Hinterrand der Segmente auf der Rückenseite schmal, auf der Unterseite breit gelblichweiss; Bauchseite des 9. Segments weisslich mit schwarzbraunen Seiten. Forcepsbasis schmutzig grünbraun. Zangenschenkel am Grunde grünlichbraun, nach der Spitze zu heller. Schwanzborsten einfarbig, braun. Vorderbeine schmutzig braun, die beiden hinteren Paare blasser, gelblich, mit braunen Hüften. Flügel glashell, Adern rostbraun bis schwarz; Queradern relat. kräftig und stark hervortretend.

Imago ♀. — Kopf und Prothorax weisslichgelb, mit rostrothen Zeichnungen. Meso- und Metathorax hellbraun bis braun, mit meistens reichlicheren hellen Zeichnungen als beim ♂. Hinterleib oben schmutzig gelbbraun, unten braunroth, das 8. und 9. Bauchsegment mehr oder weniger ockergelb überzogen. Hinterrand der Segmente, besonders auf der Unterseite, sowie Pleuren sich breit und scharf weisslich abhebend. Hinterrand des 7. Bauchsegments gerade, Vorderrand des 8. Bauchsegm. schwarz, in der Mitte kielförmig erhoben und beiderseits von dieser Stelle halbmondförmig ausgeschnitten. Zehntes Bauchsegment transversel, ganz ockergelb, der Hinterrand nur wenig ausgerandet und schmal eingedrückt. Schwanzborsten einfarbig, braunroth. Alle Beine gelblich, mit graugrünen Tarsen. Flügel wie beim ♂.

Körperlänge ♂ 11—13 mm., ♀ 10—13 mm, Vorderflügel ♂ 11—12 mm, ♀ 11—13 mm, Setæ ♂ 16—18 mm, ♀ 11—16 mm.

Hab.: Dalarne: beim Kirchdorf Idre und am Fusse des Berges Städjan. Vesterbotten: bei Jörn. Lappland: bei Björkfors im Kirchspiel Tärna, ferner bei Vassijaure und Abisko im Kirchspiel Jukkasjärvi. Bei Kvickjokk von Aman. E. Widmark angetroffen, welcher auch ein Ex. von Jotunheimen in Norwegen heimgebracht hat.

2. *P. minor* n. sp.

Imago. — Kopf und Thorax viel dunkler als bei *elegans*, pechschwarz. Die weisslichen Bänder am Hinterrand der Abdominalsegmente schmäler und oft kaum mehr als angedeutet. Flügel stärker schillernd, die Adern zarter und blasser, rostgelb. Schwanzborsten heller, einfarbig.

♂. — Forcepsbasis nach hinten deutlich breiter. Zange einfarbig, bräunlichgelb. Schwanzborsten zweimal länger als Körper, schmutzig braungelb.

♀. — Oberseite des Hinterleibes heller als bei voriger Art, schmutzig gelb. Hinterrand des 7. Bauchsegments beiderseits der Mittellinie mit je einem markierten, halbmondförmigen Ausschnitt, Vorderrand des 8. Bauchsegm. mit einem ähnlichen, aber viel kleineren, und mit der schwarzen Färbung in der Umgebung dieser nur angedeutet. Zehntes Bauchsegment deutlich länger als bei *elegans*, hinten breit und tief ausgeschnitten. Schwanzborsten weisslich.

Körperlänge ♂ 9 mm., ♀ 7—9 mm., Vorderflügel ♂ 9 mm,, ♀ 8—9 mm., Setæ ♂ 18 mm. ♀ 9—11 mm.

Hab. Dalarne: beim Kirchdorf Elfdalen. Ångermanland: bei Ramsele. Lappland: bei Björkfors im Kirchspiel Tärna.

7. Gen. **Metretopus** EAT.

1. *M. norvegicus* EAT. Von dieser vorher nur bei Aal in Norwegen angetroffenen und von EATON (Entom. Month. Magaz. Ser. 2. Vol. XII. No. 142. London 1901. pag. 253 ff.) beschriebenen neuen Ephemeride habe ich in Schweden die Imago an folg. Orten gesammelt: Jemtland bei Åre, Medelpad bei Ånge, Vesterbotten bei Jörn und Lappland bei Nattavara. An den beiden letzteren Stellen ist es mir gelungen, auch die bisher unbekannte Larve in mehreren Exx. zu finden, und gebe ich hier die Beschreibung derselben.

Larve. — Körper langschmal, rund, mit besonders langgestrecktem Hinterleib, quer über den Mesothorax am breitesten, mit kleinem Kopf. Die Hinterecken des 1. bis 9. Hinterleibssegments in dünne, schwache, gerade, nach hinten gerichtete Spitzen verlängert. Schwanzborsten 3, gleichlang, kürz, kaum $^1/_3$ so lang wie der Körper, die mittelste zweizeilig, die beiden äusseren nur auf der Innenseite einzeilig behaart. Antennen kurz, von der Länge des Kopfes. — Sieben Paar Tracheenkiemen, am 1.—7. Hinterleibssegment, alle gleichförmig und aus einfachen, am Ende abgerundeten Blättern bestehend; diese asymmetrisch oval, von federförmig verzweigten Tracheen durchzogen; diejenigen der beiden ersten Paare kürzer und abgerundeter, die zunächst folgenden etwas schmäler und langgezogener, das 7. Paar am kleinsten. — Mandibeln kurz und breit, besonders die rechte, welche fast ebenso breit als lang ist, jede mit zwei langen und schmalen Endzähnen, von denen die beiden der rechten Mandibel in der Spitze zweigezähnt sind; der äussere Zahn der linken Mandibel ist etwas kräftiger als der entsprechende der rechten, in der Spitze dreigespaltet und an seinem inneren Rande mit 3—4 kleinen spitzigen Zähnchen besetzt; der innere Zahn derselben Mandibel konisch, mit einfacher Spitze. Prostheca entwickelt, kurz behaart. Lacinia der Maxillen nach demselben Typus wie bei den *Potameis-* und *Siphlurella*-Larven gebaut, aber kürzer und mit noch kürzerer und weniger ausgezogener Spitze; ihr innerer Rand in seiner oberen Hälfte mit groben, einfachen, nach innen gerichteten Borsten dicht gesäumt; am konvexeren äusseren Rand einzelne längere Borsten. Kiefertaster 2-gliedrig, zweimal länger als Lacinia, mit ungef. gleichlangen Gliedern, das 1. Glied etwas gebogen, das 2. spindelförmig, dünn und lang behaart. Paraglossæ rundlich viereckig, etwas länger als Hypopharynx; dieser transversel viereckig, mit etwas emarginiertem Vorderrand. Laden der Unterlippe schmal, rektangulär, etwas breiter nach hinten, die Vorderecken, besonders die äussere, abgerundet; die inneren Laden $^1/_3$ breiter als die äusseren, sämtlich lang und dicht behaart. Lippentaster kräftig, 2-gliedrig, kaum länger als die Laden; 1. Glied etwas länger und kräftiger als das 2., aussen bauchig aufgetrieben; Endglied aussen lang und dünn, an der Innenseite dichter und kürzer behaart. — Füsse deutlich länger als Schienen, Schenkel fast ebenso

lang wie Schienen und Füsse zusammen. Klauen der Mittel- und Hinterfüsse lang und dünn, ebenso lang wie die Schienen, diejenigen der Vorderfüsse halb so lang und in der Spitze in einen kürzeren und dickeren und einen etwas schmäleren und längeren Schenkel gespaltet — mit scheinbarer Tendenz, ein Paar Scheeren zu bilden.

Farbe sehr charakteristisch, gelb, die Unterseite hell, einfarbig, mit Ausnahme des 9. Hinterleibssegments, das mehr od. weniger schwarzbraun überhaucht, nicht selten ganz schwarz ist. Kopf und Thorax oben gelbbraun bis rothbraun, mehr od. weniger schwarzbraun marmoriert. Hinterleib oben bunt, gelbbraun bis schwarzbraun, mit helleren Zeichnungen. Schwanzborsten gelb bis rothgelb, alle drei hinter der Mitte mit einem breiten, schwarzen Ringe und an der Basis mit dunkelschattierten Artikulationen. Beine gelblich, mehr od. weniger dunkel überhaucht.

Körperlänge 10—11 mm. Setæ 3 mm.

8. Gen. **Arthroplea** n. gen.

Diese Gattung gehört zur Gruppe III. Ser. 3. im System Eaton's und schliesst sich vielleicht dem *Ecdyurus*-Typus am nächsten an, steht aber sehr isolirt.

Imago. — Kopf auffällig breit. Hinterfüsse kaum merklich kürzer als Schienen, das 1. Glied doppelt so lang wie das 2., das ebenso lang wie das 3. ist, das 4. etwas kürzer, das 5. Glied am längsten von allen. Hinterschienen etwas kürzer als die Schenkel. Vorderfüsse des Männchens doppelt so lang wie die Schienen, Gradation der Länge der Fussglieder wie folgt: 3, 2, 1—4 gleich lang, 5, dieses ungef. halb so lang als 4. Vorderschienen ebenso lang wie die Schenkel. Vorderfüsse des Weibchens etwas länger als die Schienen, die Glieder reihen sich nach der Länge folgenderweise: 1—5 gleichlang, 2, 3, 4. Vorderschienen deutlich kürzer als die Schenkel. Klauen aller Beine ungleich, die eine stumpf, die andere spitz und krumm. Längsader 7. der Vorderflügel gabelt sich nahe an ihrem Grunde, die 6. Ader in ihrem distalen Theil. Feld zwischen den Adern 8 und 9^1 mit vier Intercalaradern, von denen die beiden der Ader 9^1 am nächsten liegenden am längsten sind. Adern 9^1 und 9^2 einander parallel, am Hinterrand, deutlich innerhalb der hinteren Ecke der Flügel, auslaufend (ungefähr wie bei der Gatt. *Heptagenia*). Hinterflügel wohl entwickelt, Costalfeld an der Mitte ganz verwischt und im distalen Theil sehr verengt; Costaldilatation deutlich, aber nicht scharf zugespitzt; Axillarregion schmal und sparsam geadert. — Schwanzborsten 2, die mittlere fehlt ganz, die lateralen beim ♂ doppelt so lang wie der Körper, beim ♀ wenig länger als dieser. Hinterecken des 9. Hinterleibssegments ♂♀ in kurze Spitzen ausgezogen. Bauchplatte desselben Segments beim ♀ sehr verlängert, im Hinterrande abgerundet. — Forcepsbasis kurz, transversel, hinten quer abgestutzt und in der Mitte in zwei kurze, breite Zähne ausgezogen. Zangenschenkel deutlich 5-gliedrig, mit kurzem ersten Glied und sehr verlängertem 2., das doppelt so lang als 3., 4. und 5. zusammen ist, diese allmählich in Länge kürzer werdend. Penisschenkel kurz und breit, fast viereckig, mit deutlichen, spitzen Stimuli.

Larve. — Dieselbe steht unter den Insekten ganz allein durch die zu langen, federförmigen Schwimm- und Strudelorganen umgewandelten Kiefertaster, die $^2/_3$ so lang wie der Körper sind. Körper quer über den Hintertheil des Kopfes am breitesten. Kopf sehr gross, plattgedrückt, etwas breiter nach hinten, mit den Augen auf der Oberseite, diese sehr vorspringend, dreieckig, meergrün gefärbt. Körper im Übrigen nicht depressiert. Thorax deutlich schmäler als Kopf; Hinterleib sich allmählich nach hinten verjüngend. Schwanzborsten 3, gleichlang, ebenso lang wie der Körper, die mittelste ziemlich kurz zweizeilig behaart, die lateralen nur auf der Innenseite einzeilig behaart. Fühler kurz, ebenso lang wie die halbe Breite des Kopfs. Schenkel der Beine ziemlich breit zusammengedrückt, auf der Oberseite mit zwei dunklen Flecken gezeichnet. Klauen klein, unten mit einem kleinen Zahn bewaffnet. — Tracheenkiemen an den 1.—7. Hinterleibssegmenten, alle aus einfachen Blättchen bestehend, ohne alle fadenförmigen Anhängsel. Grundform der Lamellen herzförmig, mehr od. weniger stark asymmetrisch, dieselben von reichlichen, mehr od. weniger ausgeprägt handförmig verzweigten Tracheen durchzogen; das 7. Paar Tracheenkiemen das kleinste. — Oberkiefer nach dem *Ecdyurus*-Typus gebaut, mit verlängertem, schmalem Grundtheil und langen, schmalen Endzähnen, von denen der äussere 3-gespitzt, der innere 2—3-gespitzt ist. Prostheca wohl entwickelt. »Lacinia» der Unterkiefer von beinahe derselben Gestalt wie bei der *Potameis*-Larve, am Innenrande von ziemlich langen, einfachen Borsten dicht gesäumt. Kiefertaster zweigliedrig, mit den beiden Gliedern besonders aber dem Endglied stark verlängert; die letztere 3—4 mal länger als das 1. Glied, dünn peitschenförmig, zweizeilig mit langen, feinen, dichten Haaren besetzt. Die Taster können nach hinten über den Rücken zusammengelegt werden und reichen dann bis an das 5. Hinterleibssegment. — »Paraglossæ» sich nach vorne verschmälernd, ihre Spitzen nach aussen und hinten gerichtet. Hypopharynx am Grunde schmal, nach vorn gerundet, etwas länger als Paraglossæ. Äussere Laden der Unterlippe im Vergleich mit der inneren kolossal stark entwickelt, 3 bis 4 mal dicker und beinahe zweimal länger als diese, gebogen, gleichbreit, aussen mit sehr langen, feinen Haaren besetzt. Innere Laden schmal, konisch, gebogen, auseinander stehend. Lippentaster 2-gliedrig, stark entwickelt, besonders das Endglied sehr verlängert und nur etwas kürzer als die äussere Lade; dasselbe vorzüglich an der Innenseite und der Spitze lang und dicht behaart. Labrum nach dem Typus der *Heptagenia*-Larve gebaut, sehr breit, mit abgerundetem Vorderrand.

Die Larve, welche in stehenden oder nur langsam fliessenden Wässern getroffen wird, benutzt die langen, wunderlichen Kiefertaster sowohl als Schwimm- wie Strudelorgane, im ersteren Falle jedoch nur bei Bewegungen rückwärts.

1. *A. congener* n. sp.

Subimago ♂♀. — Kopf und Thorax gelb, der letztere mit dunkleren Zeichnungen. Hinterleib schmutzig braun, Rückensegmente hinten auf jeder Seite mit je einem weissen Punkte. Schwanzborsten bräunlich gelb, schwarz geringelt. Vorderschenkel gelb, Vorderschienen und Vorderfüsse dunkelbraun, die beiden hinteren

Beine mit blassgelben, schwarzgerandeten Schenkeln und bräunlichen Schienen und Füssen. Vorderflügel rauchgrau, Hinterflügel weisslich, beide Paare opak.

Imago ♂. — Augen einfarbig, dunkelbraun. Kopf und Thorax pechbraun bis schwarz, Schultern und Vorderrand des kielförmig zusammengedrückten Gesichtes weiss bis weissgelb. Hinterleib oben heller oder dunkler schmutzbraun, Unterseite, besonders Hinterrand der Segmente, etwas heller, Pleuræ gelblich. Zangenschenkel an der Spitze schmutzgelb. Vorderbeine braun, mit weissen an der Grenze der Glieder bräunlich schattierten Füssen. Mittel- und Hinterbeine gelb bis braungelb, Hüften und Trochanteren dunkelbraun, Füsse schmutzgelb. Flügel mit bräunlichen Adern. Schwanzborsten schmutzgelb mit braunen Artikulationen.

Imago ♀. — Kopf und Hinterleib roth, Pleuræ und Hinterrand der Segmente, besonders derjenige der Unterseite weissgelb; Eiklappe schwarz. Vorderfüsse bräunlich. Schwanzborsten weisslich mit bräunlichen Artikulationen. Farbe im Übrigen wie beim ♂.

Körperlänge: ♂ 9—10 mm., Vorderflügel 10—11 mm., Setæ 17—20 mm. — ♀ 10 mm., Vorderflügel 10 mm., Setæ 12 mm.

Hab. Vermland: bei Lesjöfors. Dalarne: bei Elfdalen, Särna und Idre. Ångermanland: bei Ramsele.

9 Gen. **Ecdyurus** Eat.

1. *E. joernensis* n. sp.

Imago ♀. — Augen einfarbig, schwarzgrün. Körper hell ockergelb. Kopf und Thorax oben dunkelgelb. Hinterleib oben auf jeder Seite mit schmutzig rothbraunen, dreieckigen Flecken, die auf dem 2. bis 9. Segment eine Reihe von grossen, rundlich viereckigen, gelbweissen Mittelflecken scharf umgrenzen. Unterseite einfarbig, hellgelb. Bauchplatte des 9. Hinterleibssegments nach hinten sehr verlängert, das 10. Segment überreichend, am Hinterrande schwach abgerundet. Schwanzborsten schmutzig weiss, einfarbig, ungef. $1/2$ mal länger als der Körper, die mittlere Borste als ein sehr kleines, gegliedertes Rudiment vorhanden. Beine einfarbig, hellgelb, die vorderen etwas dunkler gelb. Flügel glashell, mit fast farblosen Adern.

Körperlänge 6—7 mm., Vorderflügel 7—8 mm., Setæ 9—11 mm.

Hab. Diese kleine Art habe ich nur in der Prov. Vesterbotten bei Jörn in mehreren weiblichen Exemplaren gesammelt. Das Männchen nicht angetroffen.

Gedruckt am 30. September 1909.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 5. Nr 5.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 20. Nr 5.

DIE UNTERSCHENKEL- UND FUSSMUSKULATUR DER TETRAPODEN

UND

IHR VERHALTEN ZU DER ENTSPRECHENDEN ARM- UND HANDMUSKULATUR

VON

L. RIBBING

MIT 37 TEXTFIGUREN

LUND 1909
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Ich habe diese Arbeit im Zootomischen Institut in Stockholm unter der Leitung des Herrn Professor LECHE ausgeführt. Ich spreche hier meinem geehrten Lehrer meinen aufrichtigsten Dank aus für das Interesse, das er mir während der Ausarbeitung gezeigt hat und für das reiche Material, das er mir zur Verfügung gestellt hat.

Ich danke auch den Herren Professoren WALLENGREN und FÜRST in Lund, sowie dem Herrn Professor MÜLLER und dem Herrn Konservator ROTH in Stockholm, die mir einige Untersuchungsobjekte zur Verfügung gestellt haben.

Vorliegende Abhandlung ist die letzte von drei Studien, durch die ich gesucht habe, einen Beitrag zur Lösung der Extremitätenfrage zu liefern. Von der syntropistischen Anschauungsweise ausgehend[1]) habe ich in einem Aufsatze[2]), zuerst dem Congress der skandinavischen Naturforscher in Helsingfors 1902 vorgelegt, gezeigt, dass bei *Siredon* die Muskeln und Nerven im distalen Teile der vorderen und hinteren Extremität einander im hohen Grade ähnlich sind. Es muss also ein Vergleich der distalen Extremitätenmuskulatur von dem primitiven Verhalten der Urodelen ausgehen. Nur dadurch, dass wir die mehr komplizierte Muskulatur der höheren Formen von den weniger zahlreichen Muskeln der Urodelen herleiten können, wird es möglich eine begründete Bestimmung der Homodynamien der Extremitätenmuskulatur der Reptilien und Säugetiere zu machen. In einer Abhandlung[3]) habe ich versucht die distale Muskulatur der vorderen Extremität bei Anura, Chelonia, Sauria, Crocodilia und Mammalia mit derselben Muskulatur der Urodela zu vergleichen. In der vorliegenden Abhandlung mache ich denselben Versuch für die distale Muskulatur der hinteren Extremität und gebe auch an, welche Muskeln oder Muskelgruppen bei den verschiedenen Gruppen einander homodynam sind. Durch die Namen der Muskeln wird es klar, welche Muskeln oder Muskelgruppen ich mit

[1]) För die Geschichte der Extremitätenfrage siehe P. EISLER: Die Homologie der Extremitäten Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle. Bd. 19. 1893—95.

[2]) Die Homodynamien der Muskeln und Nerven in dem distalen Teile der Extremitäten von Siredon pisciformis. Anat. Anz. Bd. 28. 1906.

[3]) Die distale Armmuskulatur der Amphibien, Reptilien und Säugetiere. Zool. Jahrb., Anat. Abt., Bd. 23, 1907.

einander vergleiche. Ich habe nämlich die bei den Urodelen einander homodynamen Muskeln denselben Namen geben. Die Muskeln oder Muskelgruppen der über den Urodela stehenden Tiere habe ich immer unter den für die Urodela gebrauchten Namen beschrieben, dies um meine Auffassung der betreffenden Homodynamien sogleich klarzustellen. Es ist also gar nicht meine Absicht neue Muskelnamen einzuführen zu versuchen, sondern nur das Ergebnis meiner Studien verständlicher zu machen. Die Namen, die ich brauche, sind entweder der Arbeit Eisler's entnommen oder habe ich selber neue Namen erfunden. Es wäre sehr nützlich, könnte man sich einmal über Muskelnamen einigen, die so weit wie möglich für sämmtliche Tetrapoden brauchbar wären oder wenigstens solche Namen für die Muskeln der höheren Tetrapoden, die in irgend einer Weise die Stammesgeschichte der betreffenden Muskeln ausdrückten. Muskelnamen, die der Funktion eines Muskels bei einer spezielen Gruppe Ausdruck geben, sind oft für den vergleichenden Anatomen schwierig, solche, die nach den Ursprungs- und Insertionspunkten erfunden sind, fast immer unbrauchbar und Verwirrung erregend.

Die Untersuchungen älterer Verfasser über die Muskulatur der Amphibien und alles was über dieses Thema vor 1873 erschienen ist, hat Hoffmann in seinen „Amphibia" (in: Bronn: Kl. Ordn. Thierreich) zusammengefasst. Eine sehr interessante ältere Arbeit ist Humphry's Abhandlung über *Cryptobranchus* (1872). Osawa (1902) hat — aber leider nicht mit grosser Ausführlichkeit — die Muskeln und Nerven von *Cryptobranchus* beschrieben. Eisler hat in seiner erwähnten grossen Arbeit die Extremitätmuskulatur von *Menopoma* und deren Innervation beschrieben. Sieglbauer hat die Muskeln und Nerven der Streckseite im distalen Teile der Extremitäten von *Siredon*, *Salamandra maculosa*, *Triton cristatus* und *Necturus* beschrieben. Perrin (1892) hat die Muskulatur der hinteren Extremität von *Salamandra maculosa*, *Triton vulgaris*, *Siredon pisciformis* und *Amblystoma mexicanum* beschrieben. Diese Arbeit Perrin's, die auch die Anuren und Saurier behandelt, ist mit der grössten Gewissenhaftigkeit ausgeführt und muss als ein Muster der Zergliederungskunst aufgefasst werden. Leider hat der Verfasser nicht die Innervation berücksichtigt.

Gaupp (1896 und 97) hat in sehr genauer Weise die Muskeln und Nerven von *Rana* beschrieben. In der älteren Redaktion des Buches (von Ecker) ist die Beschreibung der Extremitätmuskulatur nicht brauchbar. In der erwähnten Arbeit hat Perrin auch die Unterschenkelmuskulatur von *Rana viridis*, *Bufo vulgaris* und *pantherinus*, *Discoglossus pictus* und *Bombinator igneus* beschrieben.

Die ältere Literatur über die Reptilien hat auch Hoffmann (in: Bronn) zusammengefasst. Perrin behandelt in der erwähnten Arbeit *Uromastix spinipes*, *Gongylus ocellatus*, *Lacerta viridis* und *ocellata* sowie *Varanus arenarius*. Osawa (1898) hat die Muskeln und Nerven von *Sphenodon* beschrieben. Perrin (1894) hat die Muskulatur der hinteren Extremität von *Sphenodon* beschrieben; da diese Arbeit mit der grössten Genauigkeit ausgeführt ist, ist sie von grossem Interesse und giebt uns wichtige Aufschlüsse über die phylogenetische Stellnug dieser Muskeln bei *Sphenodon*.

In seiner Arbeit über *Heloderma* beschreibt Shufeldt (1890) auch die Muskulatur der hinteren Extremität; die kurzen Zehenmuskeln sind doch nicht so ausführlich behandelt, dass ihre Beschreibung für mich von Nutzen sein kann.

Was die Säugetiere betrifft hat Leche (in: Bronn) die ältere Literatur zusammengefasst. Seitdem sind mehrere interessante Arbeiten über Säugetiermuskulatur erschienen. Westling (1889) hat über *Echidna* geschrieben, Leche (1890—91) über *Myrmecobius*, Carlsson (1904) sowie Thompson und Hillier (1904—05) über *Notoryctes*, Alézais (1902) über *Cavia*, Oudemans (1890) über *Chiromys*, Kohlbrügge (1891/92) über *Hylobates*, Symington (1889) und Fick (1895) über den *Schimpanzen*, Fick (1895) über den *Orang*, Symington (1889), Grabowsky (1906), Kükenthal (1906) und Sommer (1906) über *Gorilla*. Hepburn (1892) hat über die Extremitätenmuskulatur den Anthropoiden geschrieben. Parsons und Windle (1897, 1898, 1899) haben die Muskeln der Edentaten und Landraubtieren beschrieben, Parsons (1894, 1896) die Muskulatur der Nagetiere, Carlsson (1900, 1902, 1905) die Muskulatur von *Nandinia*, *Otocyon* und *Eupleres*. Salvi (1900), Fürst (1903) sowie Taylor und Bonney (1906) haben den Popliteus beschrieben, Rosenfeld (1898) den Tibialis posticus. Neulich hat Loth (1908) über die Aponeurosis plantasis der Primaten, Frets (1907, 1908) über die Musculi peronæi geschrieben.

Seitdem mein Abschnitt über Säugetiere in ihren Hauptzügen schon fertig vorlag, ist die Abhandlung von Erna Glaesmer (1908) erschienen. Es ist mir eine grosse Freude die Auffassung dieser Verfasserin von der Entwicklung des Flexor digitorum tilialis bestätigen zu können; ich war unabhängig von ihr zu derselben Auffassung gekommen.

Mc Murrich[1] (1904, 1907) vergleicht die Flexoren am Unterschenkel und Fuss der Urodelen Saurier und Säugetiere mit einander; in den meisten Fällen stimme ich mit ihm überein.

Eisler hat in seiner grossen Arbeit sowie in einem kleineren Aufsatz (1895) einen Vergleich zwischen der Unterschenkelmuskulatur der Urodelen und Säugetiere gegeben.

Die Einteilung der Extremitätmuskeln bei den Urodelen, die ich als Grund für meine Untersuchung gelegt habe, ist der Beschreibung der Armmuskulatur von *Menopoma* in der grossen Arbeit Eisler's entnommen. Seine Einteilung der Unterschenkelmuskulatur scheint mir dagegen nicht glücklich; bei *Menopoma* ist auch — durch die gedrungene Gestalt der Extremitäten — das Verhalten ihrer Muskulatur nicht so klar und leichtverständlich wie bei den anderen Urodelen.

Obgleich die Extremitätmuskulatur bei den Anuren viel mehr verwickelt ist als bei den Urodelen, lässt sich doch ohne grössere Schwierigkeiten ein Vergleich machen. Hier, wie was die Armmuskulatur betrifft, nimmt *Discoglossus*, wie schon Perrin bemerkt hat, eine vermittelnde Stellung ein.

Wie am Arme macht der Vergleich zwischen Cheloniern und Urodelen keine

[1]) Mc Murrich macht in dieser Arbeit einen Vergleich der distalen Muskulatur der Urodelenextremitäten; leider war mir diese Arbeit nicht bekannt, als ich meinen Aufsatz über Siredon publizierte.

Schwierigkeit. Doch ist bei den Cheloniern der hintere Extremität weiter fortgeschritten als der vordere, indem die gemeinsame Beugemasse[1]) nicht wie am Arme einfach ist, sondern sich daraus beide Gastrocnemii emanzipiert haben.

Wie an der vorderen Extremität trifft man die reichste und feinste Entwicklung der Extremitätenmuskulatur bei den Sauriern. Obgleich sie von den Urodelen weit verschieden sind, kann man doch zu einer ziemlich sicheren Homologisierung der Muskeln und Nerven kommen. Dasselbe ist der Fall was die Crocodilier betrifft. *Sphenodon* nimmt in einigen Beziehungen eine altertümliche Stellung ein.

Es ist auch möglich eine bestimmte Auffassung zu erreichen von dem Verhalten dieser Muskeln der Säugetiere zu den der Urodelen, besonders wenn man für die Entwicklung der Extremitätenmuskulatur ein dem Verhalten der Chelonier ähnliches Zwischenstadium annimmt. Hier wie am Arme zeigen die Marsupialier und besonders die Monotremata primitive Verhältnisse, wenn sie auch in einigen Beziehungen spezialisiert sind.

Mein Material bestand aus folgenden Tieren:

Urodela.

Siredon pisciformis. Mehrere Exemplare.
Amblystoma tigrinum[2]). Mehrere Expl.
Menopoma alleghaniense. 2 Expl.
Necturus maculatus. 2 Expl.
Salamandra maculosa. Mehrere Expl.

Anura.

Rana esculenta. Mehrere Expl.
Bufo bufo. Mehrere Expl.
Discoglossus pictus. Mehrere Expl.

Chelonia.

Emys lutaria. Mehrere Expl.

Sauria.

Varanus niloticus. 1 grosses Expl.
Lacerta ocellata. Mehrere Expl.
Iguana tuberculata. Mehrere Expl.
Tupinambis teguixin. Mehrere Expl.
Ameiva surinamensis. Mehrere Expl.

Crocodilia.

Crocodilus americanus. 1 Expl.
Caiman sclerops. 1 Expl.
Alligator missisippiensis 1 Expl.

[1]) Mit dem Namen „gemeinsame Beugemasse" bezeichne ich den Flexor primordialis communis mit dem Flexores accessorii zusammen.

[2]) Da *Amblystoma* und *Siredon* einander im höchsten Grade ähnlich sind, werde ich nur diesen beschreiben.

Mammalia [1]).

Ornithorhynchus anatinus. 1 Expl.
Echidna aculeata. 1 Expl.
Didelphys marsupialis. 2 Expl.
Phascologale penicillata. 1 Expl.
Trichosurus vulpecula. 1 Expl.
Petaurus sciureus. 1 Expl.
Phascolarctus cinereus. 1 Expl.
Dasypus sexcinctus. 1 Expl.
Centetes ecaudatus. 1 Expl.
Erinaceus europeus. 1 Expl.
Herpestes pulverulentus. 1 Expl.
Paradoxurus hermaphroditicus. 1 Expl.
Helictis orientalis. 1 Expl.
Felis domestica. 1 Expl.
Felis lynx. 1 Expl.
Canis vulpes. 1 Expl.
Procavia sp. 1 Expl.
Cynomys ludovicianus. 1 Expl.
Mus decumanus. 1 Expl.
Hystrix cristata. 1 Expl.
Sciurus vulgaris. 1 Expl.
Lepus cuniculus. 1 Expl.
Pteropus edulis. 1 Expl.
Vesperugo noctula. 1 Expl.
Phyllostoma hastatum. 1 Expl.
Tarsius spectrum. 1 Expl.
Lemur mongoz. 1 Expl.
Lepilemur sp. 1 Expl.
Hapale iacchus. 1 Expl.
Cebus fatuellus. 1 Expl.
Ateles arachnoides. 1 Expl.
Cercopithecus sabaeus. Expl.
Cercocebus fuliginosus. 1 Expl.
Macacus cynomolgus. 1 Expl.
Inuus ecaudatus. 1 Expl.
Cynocephalus babuin. 1 Expl.

Was das Skelett des Unterschenkels und des Fusses betrifft, so findet man es bei Hoffmann und Giebel (in: Bronn) beschrieben.

Für die Zehen brauche ich römische Ziffern, für die Phalangen einer Zehe dagegen arabische.

Ich bezeichne die 4 Zehen des *Necturus* mit den Ziffern II, III, IV, V.

[1]) Wegen der Zehenreduction habe ich nicht die Kängurus und die Huftiere behandelt.

Beugeseite.

Muskeln.

Urodela.

Flexor primordialis communis.

Fig. 1.

Mit den Flexores breves superficiales und den Flexores accessorii zusammen HOFFMANN's Femoro fibulæ-digiti I—V.

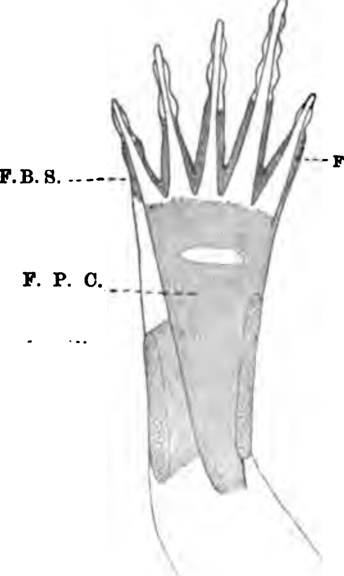
Mit den Flexores breves superficiales zusammen HUMPHY's Flexor digitorum sublimis (Superficial stratum).

Mit dem Flexor accessorius lateralis zusammen PERRIN's Fléchisseur externe det doigts + Aponeurose plantaire + Tendons fléchisseurs des phalangettes.

Mit dem Flexor accessorius lateralis zusammen EISLER's Plantaris superficialis major.

Mit den Flexores accessorii und dem Pronator profundus zusammen OSAWA's Flexor digitorum sublimis.

Fig. 1.



Siredon. Beugeseite.

Am Arme besteht die oberflächlichste Lage der Beugeseite aus 3 Muskeln, die von Epicondylus medialis humeri entspringen: der Flexor primordialis communis, der die Beugesehne der Hand bildet, sowie die Flexores antebrachii et carpi radialis und ulnaris. Am Beine findet man keine Muskeln, die den beiden letzteren dieser Armmuskeln entsprechen. Wir finden aber hier einen kräftigen Flexor primordialis communis, der aber in etwas anderer Weise entspringt als am Arme. Er entspringt nämlich hier nicht nur vom Distalende des Femurs, sondern auch von der ganzen Fibula. Bei *Siredon* und *Amblystoma* wird aber der Ursprung von Femur vermisst. Man kann im allgemeinen den Flexor accessorius lateralis nicht von ihm trennen. Bei *Salamandra* findet man aber einen solchen Muskel, der deutlich von Flexor prim. comm. getrennt ist[1]); zwischen den beiden Muskeln zieht der Nervus fibularis. Bei den Urodelen, wo die beiden Muskeln zusammenhängen und wo der Nervus fibularis einen anderen Weg einschlägt — bei *Necturus* zieht er aussen von Flexor prim. comm. und bei *Siredon* und *Amblystoma* zieht er, wie der am Arme ihm entsprechende Nervus

[1]) Zuweilen, aber selten, wird bei *Siredon* ein solcher schwacher Teil gefunden (von Fibulare entspringend).

ulnaris, unter dem den Fl. accessorius lateralis repräsentierenden Teile — erscheint der Fl. accessorius lateralis nur als eine Fortsetzung des Fl. prim. comm.

Die Fiber des Fl. prim. comm. ziehen in schräger Richtung zum Fusse, wo der Muskel in eine Sehne übergeht, die die Planta pedis deckt; diese Sehne teilt sich in 5 Sehnenbänder, die an den Bases der Endphalangen inserieren. Von der Dorsalseite dieser Sehnenbänder entspringen die bald zu erwähnenden Flexores breves superficiales.

An der Ventralseite des Fl. prim. comm. inseriert ein von oben kommender Muskel, der aber natürlich nicht zur Muskulatur des Unterschenkels gerechnet werden kann (HOFFMANN's Ischio-flexorius, PERRIN's Fléchisseur externe de la jambe, HUMPHRY's Caudo-pedal, OSAWA's Ischio-flexorius). Mc MURRICH scheint einen Teil dieses Muskels für eine dem Flexor primordialis communis am Arme homodyname Bildung zu halten, wohl weil der grosse Beugemuskel am Beine von *Amblystoma* keinen femoralen Ursprung hat. Da ein solcher Ursprung aber, wie ich gezeigt habe, bei anderen Urodelen existiert, hat man wohl keinen Grund anderswo eine dem grossen Fingerbeuger entsprechende Bildung zu suchen. Mein Fl prim. comm. am Beine wird von Mc MURRICH Plantaris profundus III genannt und also mit dem Fl. accessorius lateralis am Arme verglichen. Das Verhalten bei *Salamandra* zeigt aber, dass nur der distalste Teil des bei den übrigen Formen einheitlichen, grossen Beugemuskels diesem Armmuskel entspricht. Dass der grosse Beugemuskel am Beine einen so viel grösseren Ursprung hat denn am Arme hat wohl seinen Grund in den Drehungsverhältnissen des Beines und der grösseren Anstrengung die von dieser Extremität verlangt wird.

Mc MURRICH's Plantaris superficialis lateralis gehört nach meiner Auffassung nicht zur Unterschenkelmuskulatur. Man hat auch nicht, wie Mc MURRICH zu glauben scheint, diesen Muskel als den femoralen Kopf vom grossen Beugemuskel beschrieben, sondern als einen selbständigen Muskel oder einen Teil eines anderen Muskels (HOFFMANN's kurze Kopf des Ileo-femoro-fibularis (biceps), PERRIN's Fléchisseur primitif du fibula, HUMPHRY's Femoro-fibular muscle, OSAWA's Femoro-fibularis).

Dieser Muskel ist ohne Zweifel dem kurzen Bicepskopfe[1]) der Säugetiere homolog. (Dies hat schon HOFFMANN bemerkt.) Dieses Faktum zeigt wie viele andere, dass die Säugetiere, was die Extremitätenmuskulatur betrifft, sich nicht so weit von den Urodelen entfernt haben.

---

[1]) Siehe für diese Frage: KLAATSCH, Der kurze Kopf des Biceps femoris und der Tenuissimus. Morph. Jahrb., Bd. 29, 1900.

Flexores breves superficiales.

Fig. 1.

Mit dem vorigen Muskel und mit den **Flexores** accessorii zusammen HOFFMANN's Femorofibulae-digiti I—V.

Mit dem vorigen Muskel zusammen HUMPHRY's Flexor digitorum sublimis (Superficial stratum).

PERRIN's Fléchisseur de la I (II, III, IV, V) phalange. Fléchisseur du I (II, III, IV, V) métatarsien. Fléchisseur de la III (IV), phalangine. Fléchisseur de la IV phalanginette.

EISLER's Flexores breves superficiales.

OSAWA's Flexores digitorum sublimes breves.

Mc MURRICH's Flexor brevis superficialis.

Wie an der vorderen Extremität entspringen kleine Muskeln von der Dorsalseite der Zehensehnen sowie vom distalsten Teile der Dorsalseite der Fussehne des Fl. prim. comm. Sie inserieren an beiden Seiten der Distalenden der Metatarsalia und an den Bases der Grundphalangen. An den Zehen III und IV (bei *Necturus* nur an der Zehe IV) findet man auch einen Flexor brevis der mittels einer Sehne an der Basis der Phalanx 2 inseriert. Bei *Menopoma* inseriert dieser Muskel direkt ohne Sehne an der betreffenden Phalanx.

Bei *Salamandra* gehen diese Muskeln an der Tibialseite der ersten Zehe nur zum ganzen Metatarsale, an der Fibularseite zur Basis der Phalanx 1.

Bei *Siredon* und *Amblystoma*, wo die Zehe IV 4 Phalangen hat, geht ein einheitlicher Muskel dieser Lage, der in ein Sehnenband endet, zur Basis der Phalanx 3; zwei Muskeln dieser Lage die in Sehnenbänder enden, gehen zu beiden Seiten der Basis des Phalanx 2.

Flexor accessorius lateralis.

Dieser Muskel wird im allgemeinen als ein Teil des Fl. prim. comm. beschrieben. Ich habe auch in meinem Aufsatze über *Siredon* angegeben, dass er vermisst wird. Aber das Verhalten bei *Salamandra*, wo er von dem Fl. prim. comm. deutlich getrennt ist und der fibulare Beugenerv zwischen beiden Muskeln zieht, ein Verhalten, das vollständig dem Verhalten desselben Muskels und Nerven am Arme entspricht, berechtigt uns dazu, ihn hier als einen selbständigen Muskel aufzufassen. Er entspringt bei *Salamandra* vom Distalende der Fibula, von Fibulare und Tarsale V. Ganz wie am Arme zieht er in schräger Richtung über das Caput longum musculorum contrahentium um sich mit der Fussehne des Fl. prim. comm. zu vereinen. Bei den anderen stellt er ja wie erwähnt eine Fortsetzung des Fl. prim. comm. dar. Was hier das primitive, ist wohl nicht so leicht zu entschieden.

Flexor accessorius medialis.

Fig. 2.

Mit dem Flexor primordialis communis und den Flexores breves superficiales zusammen HOFFMANN's Femoro-fibulæ-digiti I—V.

Mit dem Pronator profundus zusammen HUMPHRY's Pronator pedis.

PERRIN's Fléchisseur interne des doigts.

EISLER's Plantaris profundus I, II, III.+ Plantaris superficialis minor.

Mit dem Flexor primordialis communis und dem Pronator profundus zusammen OSAWA's Flexor digitorum sublimis.

Mc MURRICH's Plantaris profundus II.

Am Arme war dieser Muskel relativ schwach und von derselben Grösse wie der Flexor accessorius lateralis. Hier ist er bedeutend grösser und kräftiger als am Arme und sein Ursprung fängt höher proximalwärts an, dies wohl aus denselben Gründen verursacht als die Ausdehnung des Fl. prim. comm.-Ursprunges über die ganze Fibula.

Er entspringt bei *Salamandra* vom grössten Teile der Fibula, von Fibulare und Centrale und den Tarsalia III—V.

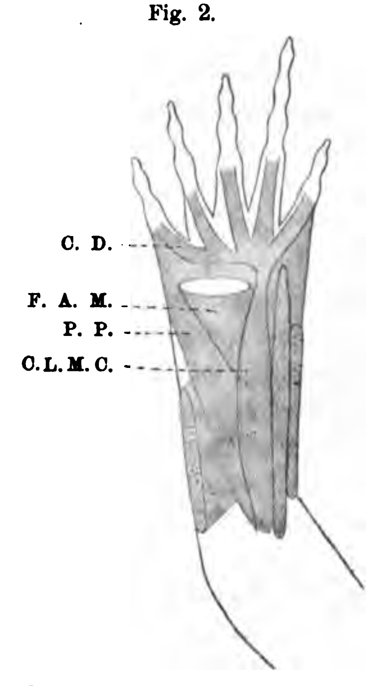
Er entspringt bei *Siredon* vom grössten Teile der Fibula, von Fibulare und Centrale und den Tarsalia III—V.

Er entspringt bei *Menopoma* vom grössten Teile der Fibula, von Fibulare und von den Tarsalia II, III, IV und wahrscheinlich auch V.

Bei *Necturus* ist dieser Muskel relativ sehr unbedeutend und entspringt nur von Tarsus (Fibulare-intermedium, Tarsale IV—V und vielleicht etwas von Tarsale III).

Er inseriert an der Dorsalseite der Sehne des Flexor primordialis communis.

Fig. 2.



Siredon. Beugeseite. Flexor primordialis communis und der dem Flexor accessorius lateralis repräsentierende Teil sind entfernt.

Anura.

Flexor primordialis communis [1]).

HOFFMANN's Bi-femoro plantaris + Aponeurosis plantaris + Die Zehensehen des Tarsometatarsi et digiti pedis.

PERRIN's Fléchisseur commun des doigts + Tendon fléchisseur de la phalangette de l'ergot + Tendons fléchisseurs des première et deuxième phalangettes + Tendon fléchisseur de la troisième phalangette + Tendons fléchisseurs des quatrième et cinquième phalangettes.

GAUPP's Plantaris longus + Aponeurosis plantaris + Tendo superficialis hallucis + Tendines superficiales digitorum II, III, IV und V.

Dieser Muskel hat hier den fibularen Ursprung aufgegeben und entspringt von einem zwischen dem Distalende des Femurs und dem Proximalende des Unter-

[1]) Für die Abbildungen der Muskeln und Nerven der Anuren muss ich auf die Arbeit GAUPP's verweisen.

schenkels ausgespannten starken Sehnenbande; dieser Ursprung entspricht natürlich dem femoralen Ursprung desselben Muskels bei den Urodelen. Der Muskel hat hier auch einen sekundären Ursprung, indem er auch mit einer viel schwächeren Sehne von der Fibularseite der Insertionssehne des Triceps femoris entspringt; diese Sehne ist wahrscheinlich eine ziemlich späte, sekundäre Bildung.

Der Muskelbauch geht im distalen Teile des Unterschenkels in eine schmale kräftige Beugesehne über, die durch verdichtetes Bindegewebe am distalsten Teile des Unterschenkels und am Cruro-Tarsalgelenke festgehalten wird. An Tarsus angelangt breitet sich die Sehne aus und wird schwächer. Auf ihrer Dorsalseite inseriere die Teile a) und c) des Flexor accessorius. Der Teil b) dieses Muskels hat aber einen Teil der Flexor primordialis-Sehne zu sich gezogen und fast vollständig vom übrigen Teile getrennt. Dieser Teil erscheint hier als die Sehne dieses Flexor-accessorius-Teiles; von ihm entspringen die beiden Zehensehnen der ursprünglichen Beugesehne, die zu den Zehen IV und V gehen, sowie teilweise die Sehne für die Zehe III. Von dem übrigen Teile der Beugesehne entspringen die Sehnen für die Zehen I und II sowie teilweise die Sehne für die Zehe III.

Dieses Verhalten, dass die beiden Sehnenteile am Ursprunge dieser Zehensehne zusammenhängen, bezeugt ihren ursprünglichen Zusammenhang; dies wird auch dadurch bezeugt, dass die Sehne des betreffenden Flexor accessorius-Teiles durch die Beugesehne tritt, die sie als eine Scheide umgiebt. Die Zehensehnen gehen alle zu den Endphalangen. Von der Dorsalseite der Beugesehne geht ein kräftiges Sehnenband zum Distalende des Fibulare und zur distalen Tarsalreihe; im fibularen Teile dieses Bandes liegt die Cartilago plantaris eingeschlossen. Von der Beugesehne geht eine quere, deutlich sekundäre Sehne zu dem Prachallux.

Der bei den Urodelen von oben kommende, an dem Flexor primordialis communis inserierende Muskel hat bei den Anuren den Zusammanhang mit dem Flexor primordialis communis aufgegeben.

Flexores breves superficiales.

HOFFMANN: Teile des Tarso-metatarsi et digiti pedis + Aponeurotico-accessorius + Aponeurotico-metatarsum I + Cartilagini plantari-metatarsus IV, V + Cartilagini plantari-metatarsum V.

PERRIN's Adducteur de la phalangette de l'ergot + Adducteur du metatarsien de l'ergot + Fléchisseur de la première (II, III, IV, V) phalange + Fléchisseur de la troisième (IV,V) phalangine + Fléchisseur de la quatrième phalanginette.

GAUPP's Abductor praehallucis + Abductor brevis plantaris hallucis + Lumbricalis brevis hallucis + Lumbricalis brevis digiti II (III) + Lumbricales breves digiti IV (V) + Lumbricalis longus digiti III (IV, V) + Lumbricalis longissimus digiti IV.

Diese Muskellage hat sich in ihrem Verhalten bei den Anuren nur wenig von dem der Urodelen entfernt. Ihr Ursprung ist doch etwas proximalwärts gewandert, so dass die Muskeln nicht mehr (mit einer Ausnahme) von den Zehensehnen der Beugesehne entspringen. Auch scheinen die Teile, die an den Metatarsalia inserierten bei allen Zehen mit Ausnahme von I und V verschwunden zu sein.

Sie inserieren hier an den Gelenkkapseln zwischen zwei Zehengliedern. Wie bei *Siredon* gehen diese Muskeln an den Zehen I und II zu dem ersten Zwischengelenke, an der Zehe III zu dem ersten und zweiten, an der Zehe IV zu dem ersten, zweiten und dritten, (diese Zehen haben dieselbe Anzahl von Phalangen wie bei *Siredon*). Die Zehe V der Anuren hat nicht wie im allgemeinen bei den Urodelen 2 Phalangen sondern 3; darum finden wir hier, wie an der Zehe III, Muskeln sowohl zu dem zweiten als zu dem ersten Gelenke, von denen jene natürlich nicht bei den Urodelen existieren. Dass für jede Zehe die Muskeln aus einem ursprünglich einheitlichen Muskel stammen zeigt das Verhalten bei *Discoglossus*, wo an den Gelenken die Sehnen der mehr distal inserierenden Muskeln sich mit den proximaler inserierenden Muskeln verbinden.

Die Muskeln, die am ersten Gelenke endigen, inserieren ohne Sehne, die die sich an den distaleren Gelenken befestigen, inserieren durch Vermittelung von Sehnen.

Es existieren von diesen Muskeln 13 Stück, bei *Bufo* 14. Zu dem Praehallux geht einer, zu der Zehe I 2 Stück, zu der Zehe II 1 Stück, zu der Zehe III 2 Stück zu der Zehe IV 4 Stück, zu der Zehe V 3 Stück. Bei *Bufo* hat die Zehe V 4 Muskeln.

Der Muskel für den Praehallux, dessen Innervation deutlich zeigt, dass er zu dieser Lage hört, ist wohl ein abgespalteter Teil des tibialen Muskels für I, neben dem er entspringt. Er entspringt bei *Rana*, wo er besonders kräftig ist, fast in der ganzen Länge des Tarsus von der tibialen Kante der Sehne des Flexor primordialis communis neben der Insertion des Teiles a) des Flexor accessorius. Er inseriert an Praehallux. Bei *Discoglossus* ist er kleiner und entspringt mehr distal; er entspringt hier auch von dem Muskelbauche des erwähnten Teiles a) des Flexor accessorius. Bei *Bufo* ist er ganz klein und entspringt mehr distal. Distal von diesem Muskel entspringt von der Tibialkante der Beugesehne einer der beiden Muskeln dieser Lage für die Zehe I; er ist ein schwacher Muskel und inseriert mittels einer Sehne am proximalen Teile des Metatarsale I. Der zweite Muskel für I, der am ersten Gelenke inseriert, entspringt neben dem vorigen Muskel von der Tibialkante der Beugesehne. Die anderen Muskeln dieser Lage entspringen von der Dorsalseite der Beugesehne eben wo sie sich zu den Zehensehnen teilt; nur entspringen der fibulare der beiden Muskeln für das erste Gelenke der Zehe IV und beide Muskeln für das erste Gelenke der Zehe V von der Cartilago plantaris. Bei *Discoglossus* entspringt der am meisten distal inserierende Muskel der Zehen IV und V in altertümlicher Weise von der Dorsalseite der betreffenden Zehensehnen.

Der Muskel für die Zehe II inseriert am ersten Gelenke. An der Zehe III inseriert ein Muskel am ersten Gelenke (bei *Discoglossus* besteht dieser Muskel aus 2 Teilen); ein anderer Muskel inseriert am zweiten Gelenke. An der Zehe IV gehen zwei Muskeln zum ersten Gelenke, ein Muskel zum zweiten und ein Muskel zum dritten. An der Zehe V geht ein Muskel, der sich auch sehr kräftig am Distalende des Metatarsale V befestigt, zum ersten Gelenke, sowie ein Muskel (bei *Bufo* zwei) nur zum ersten Gelenke; ein Muskel geht zum zweiten Gelenke.

Flexor accessorius.

HOFFMANN's Tarsali — plantaris + Der hauptsächliche Muskelbauch des Tarso-metatarsi et digiti pedis + Tarsali fibulari — aponeurosis plantaris + Cartilagini plantari — aponeurosis plantaris

PERRIN's Fléchisseur interne des doigts + Muskulöser Teil des Fléchisseur externe des doigts + Tarso-fléchisseur des doigts.

GAUPP's Plantaris profundus + Muskulöser Teil des Flexor digitorum superficialis brevis + Transversus plantæ proximalis + Transversus plantæ distalis.

Ob die Flexor accessorius-Teile, die wir hier finden auch aus dem unbedeutenden Flexor accessorius lateralis stammen, ist wohl schwer zu sagen. Der vom Fibulaschafte entspringende Teil des Flexor accessorius medialis ist hier verschwunden, nur vom Distalende des Unterschenkels und von Tarsus entspringende Teile haben sich erhalten.

Wir finden hier 3 Muskelteile: zwei, die nebeneinander von einer von dem Distalende des Unterschenkels ausgehenden Sehnenscheibe — dem Ligamentum calcanei — entspringen. Der Teil a) inseriert muskulös mit ausgedehnter Insertion an der Dorsalseite der Beugesehne. Die Weise in der der Teil b) endigt, wurde oben bei Flexor primordialis communis beschrieben. Der kleinste Teil c) entspringt vom distalen Teile (bei *Rana* mehr vom Distalende) des Fibulare sowie von der Cartilago plantaris; dieser letztere Ursprung ist natürlich sekundärer Art. Er zieht in einer Richtung rechtwinkelig gegen die Richtung der anderen Teile und inseriert in der Längsrichtung der Extremität an der Dorsalseite der Beugesehne. Er ist bei *Rana* relativ klein. HOFFMANN und GAUPP beschreiben ihn als zwei Muskeln nach den verschiedenen Ursprungsstellen; da die beiden Teile aber intim zusammenhängen, finde ich keinen Grund dazu, sondern habe ihn mit PERRIN als einheitlich beschrieben. Die Entfernung dieses kleineren Muskelteiles von den anderen Teilen ist wohl durch die Verlängerung des Tarsus verursacht.

Dass die drei Teile zusammenhören wird durch den gemeinsamen Nerven gezeigt.

Chelonia.

Flexor primordialis communis. Flexor accessorius.

Fig. 3, 4.

HOFFMANN's Femoro-tibiali-tarsum-metatarsum V + Femoro-fibulari-digiti I—V.

GADOW's Gastrocnemius + Flexor longus digitorum.

Es ist bei Reptilien schwierig eine Grenze zwischen dem Flexor primordialis communis und dem Flexor accessorius medialis zu ziehen. Denn das Caput longum musculorum contrahentium, das bei den Urodelen trennend zwischen beiden lag, wird hier nicht mehr vorgefunden. [Der Flexor accessorius lateralis, der zuweilen unter den Urodelen als selbständiger Muskel vorkam um meistenteils intimer mit dem Flexor primordialis communis vereinigt zu sein, tritt hier natürlich nicht als selbständiger Muskel auf.] Nur so viel kann man sagen, dass die Muskelteile, die von Femur entspringen unbedingt aus dem Flexor primordialis communis stammen. Ich werde also von hier ab den Hauptteil des Flexor primordialis communis und den Flexor accessorius zusammen als Flexor profundus beschrieben.

Zwei Muskelteile haben sich aus dem Flexor primordialis communis emanzipiert. Der eine, der dem inneren Gastrocnemiuskopfe der Säugetiere homolog ist, ent-

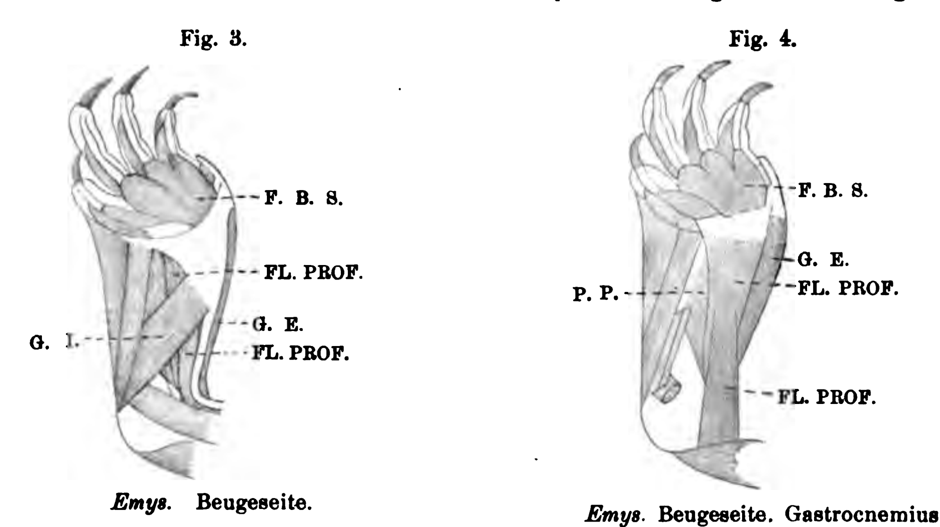


Fig. 3. *Emys*. Beugeseite.

Fig. 4. *Emys*. Beugeseite. Gastrocnemius internus ist enfernt.

springt vom proximalen Teile des Tibiaschaftes. Ein von oben kommender Muskel (GADOW's Flexor tibial externus), dessen Sehne auch an der Basis der Tibia inseriert, sendet einen Teil der Sehne zum Unterschenkel, wo er sich mit diesem inneren Gastrocnemius vereinigt. Sie bilden gemeinsam eine breite Sehne, die sich ausbreitend kräftig an dem Rudiment der Zehe V inseriert. An der tibialen Seite des Tarsus befestigt sich diese Sehne an der inneren Kante der Sehne des Pronator profundus. Der andere aus dem Flexor primordialis communis emanzipierte Teil, der äussere Gastrocnemius, entspringt mittels einer Sehne von Condylus externus femoris; er ist einen schmaler Muskel, der an Tarsus angelangt, an Metatarsale V inseriert und sich mit der Sehne des inneren Gastrocnemius sowie mit dem Flexor profundus vereinigt.

Flexor profundus, der ein kräftiger Muskel ist, entspringt mit einem Teile vom Distalende des Femurs, proximal von den Condylen. DieserTeil vereinigt sich im distalen Teile des Unterschenkels mit dem unteren, kräftigeren Teile, der von der ganzen Fibula sowie von Metatarsale V entspringt. Der gemeinsame Muskel geht in eine Sehne über, die Sehnen zu den Endphalangen der 4 wohl ausgebildeten Zehen (I—IV) sendet. Von der Dorsalseite dieser Sehnen gehen Stränge von verdichtetem Bindegewebe zu den distalsten Interphalangealgelenken.

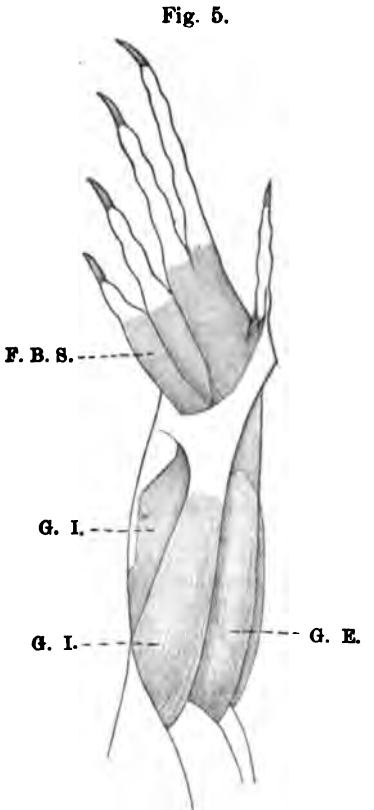
Flexores breves superficiales.

Fig. 3, 4.

Wahrscheinlich Teile von HOFFMANN's Tarso-digiti I—V sowie seine Lumbricales.
GADOW scheint diese Muskeln nicht untersucht zu haben.

Wie an der Hand haben sich diese Muskeln vergrössert und die oberflächlichste Lage ist an der Ventralseite der Beugesehne proximalwärts gewandert. Sie besteht

Fig. 5.



Tupinambis. Beugeseite.

hier aus 4 Muskeln, die von der Ventralseite der Beugesehne in der Gegend des Tarsus entspringen. Der innerste inseriert an der inneren Seite der Basis der Grundphalanx I. Die 3 anderen gehen in 2 Sehnen aus, die von der Tibial- sowie der Fibularseite unter die betreffende Beugesehne eindringen, um dorsal von ihr ziehend an der Basis der Phalanx 2 der betreffenden Zehe zu inserieren. In ihren distalen Teilen hängen diese Sehnen etwas mit einander zusammen. Diese Muskeln inserieren auch etwas an beiden Seiten der Basis der betreffenden Grundphalangen sowie etwas an den Sehnenscheiden der Zehen.

Eine andere Lage besteht aus 4 Muskeln, die von der Dorsalseite der Beugesehne entspringen, an den Stellen wo sie sich zu den Zehensehnen teilt. Die 3 ersten gehen zu der Tibialseite der Phalanx 2 der Zehen II—IV. Der vierte geht zu den beiden schwachen Phalangen des Zehenrudimentes.

Es existiert noch eine dritte sehr schwache Lage, die aus 3 Muskeln besteht, die wahrscheinlich an der Basis der 3 mittleren Grundphalangen inserieren.

Sauria.

Flexor primordialis communis. Flexor accessorius.

Hoffmann's Femoro (tibio) metatarsalis plantaris + Der lange Teil des Flexor digitorum perforatus + Flexor digitorum perforans.

Gadow's Gastrocnemius + Flexor longus digitorum + ein Teil der zweiten plantaren Schicht.

Perrin's Déducteur superficiel du cinquième doigt + Der lange Teil des Fléchisseur superficiel des doigts + Fléchisseur des quatre premiers doigts + Fléchisseur du cinquième doigt + Tarso-fléchisseur des doigts.

Wir finden hier das Verhalten der Chelonier weiter ausgebildet. Zuerst findet man den inneren Gastrocnemius, der sich ja aus dem ursprünglich einheitlichen Flexor primordialis communis emanzipiert hat. Wir finden ihn am ursprünglichsten bei *Iguana*: hier entspringt er von Condylus internus femoris sowie von einem zwischen dem Gelenke und der Rugositas tibiae[1]) ausgespannten Bande. Dies zeigt, in welcher Weise der Muskel seinen Ursprung vom Condylus zur Tibia ausbreitet.

[1]) Ich nenne Rugositas tibiae die an der inneren Seite der Tibia etwas distal vom Capitulum liegende Rauhigkeit.

Bei *Lacerta* ist die Entwicklung weiter vorgeschritten, indem er hier fleischig von einer Strecke zwischen dem Proximalende der Tibia und der Rugositas entspringt. Hier ist er in der proximalen 1/3 des Unterschenkels etwas mit Pronator profundus und Extensor tarsi tibialis verwachsen. Ein kleiner Teil des Muskels inseriert an einer von der Sehne des Extensor tarsi fibularis entspringenden Sehnenplatte; diese Sehnenplatte, die weiter unten näher beschrieben wird, liegt zwischen dem äusseren

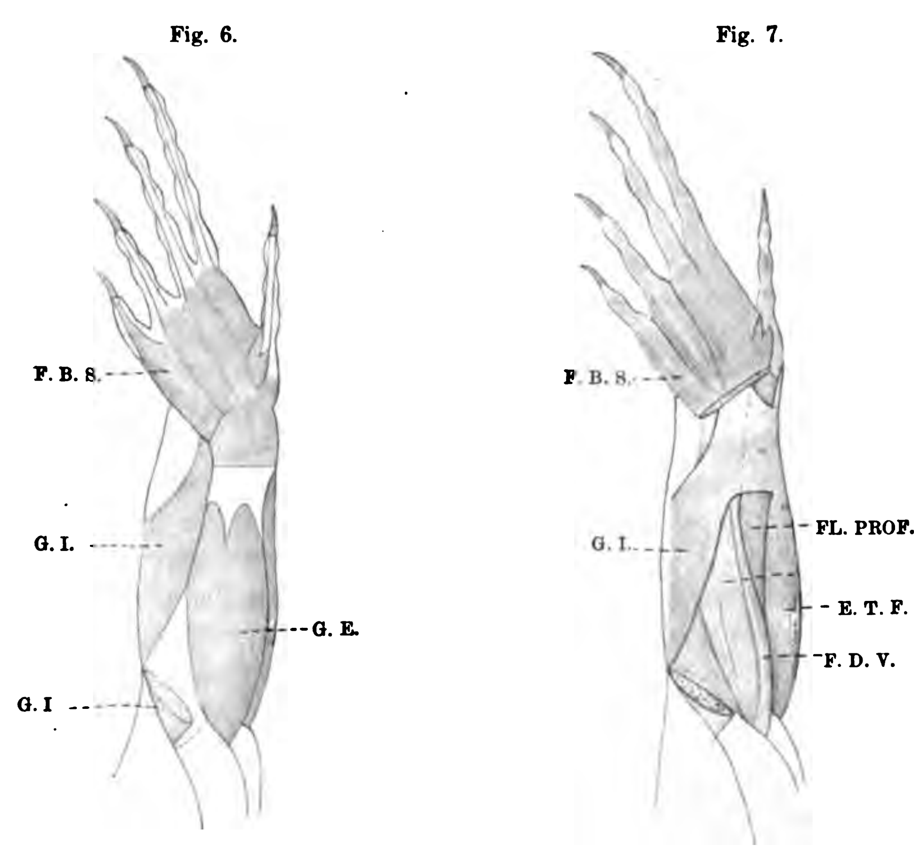


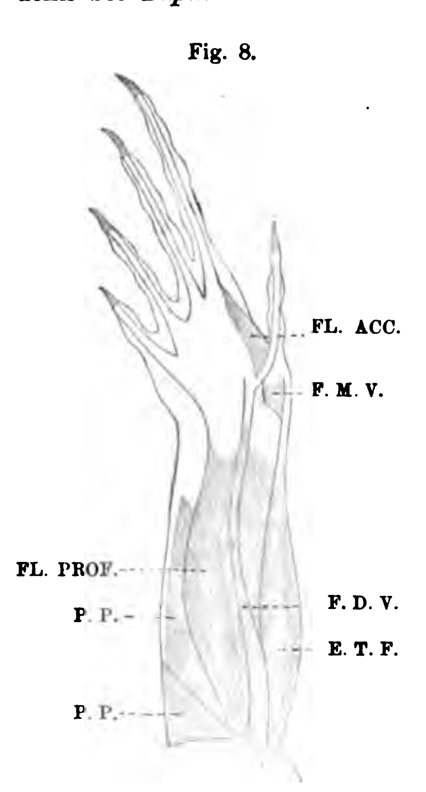
Fig. 6. *Tupinambis*. Beugeseite. Der proximale Teil von Gastrocnemius internus ist entfernt.

Fig. 7. *Tupinambis*. Beugeseite. Gastrocnemius externus und der proximale Teil von Gastrocnemius internus sind entfernt.

Gastrocnemius und dem Flexor profundus. Bei *Varanus* hat sich der innere Gastrocnemius weiter ausgebildet und entspringt mit 2 Teilen: a) der eine von Capitulum tibiae und b) der andere von der proximalen 1/3 der Tibia mit Ausnahme des Capitulums. Bei *Tupinambis* und *Ameiva* ist er in 2 Teile gespalten. a) Der proximale Muskelteil entspringt bei *Ameiva* von Condylus internus femoris, bei *Tupinambis* vom Kniegelenke; bei beiden entspringt er auch mittels einer schwachen Sehne von der Rugositas tibiae. b) Der distale Muskelteil entspringt vom ganzen Tibiaschafte distal von der Rugositas. Bei *Tupinambis* hängen sie noch etwas mit einander zusammen. Hier inseriert der Teil b) teils an der Endaponeurose des Teiles a),

teils an der Endsehne des Pronator profundus und auch in der Nähe des Tarsus an der oben erwähnten Sehnenplatte. Bei *Ameiva* inseriert der Teil b) an einem kleinen Sesamstück, das in dem Pronator profundus eingeschlossen liegt, sowie am grossen Tarsalstück, an der Basis des Metatarsale I und an der erwähnten Sehnen platte. Die Sehnenplatte, die vom Extensor tarsi fibularis kommt, ist hier kräftiger denn bei *Tupinambis*. Was die Sehnenplatte betrifft, siehe weiter unten. Der innere Gastrocnemius, bei *Lacerta* der Hauptteil, bei *Ameiva* und *Tupinambis* nur der Teil a) geht am Tarsus in eine Sehne über, die fibular mit dem tiefer liegenden äusseren Gastrocnemius zusammenhängt. Sie geht teilweise in die dünne Fussfascie über und inseriert kräftig an Metatarsale V und an den Phalangen derselben Zehe. Die Sehne sendet auch ein relativ schwaches Sehnenband zur Basis des Metatarsale I; dies inseriert zuweilen auch am grossen Tarsalknochen oder am Distalende der Tibia sowie an der Sehnenplatte (bei *Lacerta* an Met. 1 und an der Sehne des Pronator profundus). Mit dem inneren Gastrocnemius vereinigt sich eine Sehne eines von oben kommenden Muskels, die aber auch kräftig an der Basis der Tibia inseriert (Hoffmann's Coccygo-femoralis brevis, Gadow's Flexor tibialis externus, Perrin's Fléchisseur externe de la jambe)[1].

Fig. 8.



Tupinambis. Beugeseite. Reide gastrocnemius sowie die Flexores breues superficiales sind entfernt·

Der Hauptteil des Flexor primordialis communis hat sich in zwei Muskeln gespalten: der äussere Gastrocnemius und Flexor profundus, von denen der letztere auch den Hauptteil des Flexor accessorius repräsentiert.

Wir sahen am Arme der Saurier, dass sich ein Teil des Flexor primordialis communis mit der oberflächlichsten Lage der Flexores breves superficiales zusammen vom übrigen Teile des Muskels emanzipierte. In ganz derselben Weise scheint sich der äussere Gastrocnemius[2]) am Beine emanzipiert zu haben. Er verbleibt hier in einem Stadium dem ähnlich, das wir am Arme von *Varanus* und den *Tejidæ* fanden. Er ist am Beine ein kräftiger Muskel, der mittels einer Sehne[3]) von Condylus ex-

[1]) Der von Shufeldt (1890) Soleus genannte Muskel ist wahrscheinlich ein Teil des inneren Gastrocnemius.

[2]) Dieser Muskel entspricht nicht dem äusseren Gastrocnemiuskopfe der Säugetiere, sondern einem primitiven äusseren Gastrocnemius (Monotremata), aus dem sich bei den höheren Säugetieren sowohl der äussere Gastrocnemiuskopf als Soleus und Plantaris entwickelt haben.

[3]) Seine Ursprungssehne bildet mit einer dem Oberschenkel durchziehenden Sehne (Gadow's Caudi femoralis) einen kräftigen Sehnenknoten, so dass es aussieht, als ob der Muskel von diesem Knoten entsprang.

ternus femoris sowie — wie der einheitliche Flexor primordialis communis der Anuren — mittels einer Sehne von der Unterseite der Sehne des Extensor cruris entspringt. Er inseriert etwas an Metatarsale V und geht sonst in die kurzen Flexoren über, von denen die tibialen aus ihm, die fibularen von Metatarsale V entspringen. Ich werde sie mit den anderen Flexores breves superficiales zusammen beschreiben.

Der Muskelbauch des äusseren Gastrocnemius ist bei *Varanus* nur am Distalende gespalten. Bei den anderen von mir untersuchten Sauriern ist er mehr oder wenig hoch hinauf gespalten, aber doch immer mehr denn bei *Varanus*. Der obere Teil geht in eine sehnenartige Fascie über, die, nachdem sie eine von Met. V kommende sehnenartige Verstärkung aufgenommen hat, die Flexores breves superficiales deckt und die Sehnen einiger von ihnen zu bilden hilft. Sie inseriert auch etwas an Metatarsale V.

Der tiefste der langen Beuger, der Flexor profundus, besteht wohl zum hauptsächlichsten Teil aus dem Hauptteil des Flexor accessorius. Dass er aber auch vom Femur entspringt, zeigt, dass er in sich einen Teil des Flexor primordialis communis enthält. Der Muskel ist in 2 Teile gespalten. Der grösste (den ich hier Flexor profundus nenne) entspringt vom Condylus externus femoris und von fast der proximalen 1/2 der Fibula, sowie bei *Varanus* und *Lacerta* etwas von der Insertionssehne des oben erwähnten Muskels (PERRIN's Fléchisseur externe de la jambe), der dem inneren Gastrocnemius eine Sehne sendet. Bei *Varanus* entspringt er nicht von Femur. Er hängt immer etwas mit dem vom proximalsten Teile der Fibula entspringenden proximalen Teile des Pronator profunfundus zusammen und entspringt bei *Lacerta* und *Iguana*, aber besonders bei *Varanus* etwas von der Ventralseite dieses Muskels. Der Flexor profundus geht am Tarsus in die grosse Fussehne über, die mittels Sehnen an den Endphalangen der 4 tibialen Zehen inseriert. Am Tarsus ist diese Sehne einheitlich, im Fussteller aber hängt der Teil für IV nur durch schwächeres Bindegewebe mit dem übrigen Teile zusammen; an der Teilungsstelle ist doch der Zusammenhang etwas inniger. Der andere Teil des tiefen Beugers ist ein schwächerer Muskel, der vom Condylus externus femoris und von fast der proximalen 1/2 der Fibula entspringt. Er geht bald in eine Sehne über, die der fibularen Seite des vorigen Teiles entlang zieht, sich an der Stelle, wo sie sich von der Fussehne entfernt, etwas mit ihr vereinigt um zuletzt an der Endphalanx der Zehe V zu inserieren [1]). Ich nenne diesen Teil: Flexor digiti V.

Von der Dorsalseite der Zehensehnen gehen — wie an der vorderen Extremität — elastische Sehnenbänder zu den Distalenden aller Phalangen mit Ausnahme der Endphalangen.

Es existieren zwei kleine Muskeln, die als abgespaltete Teile des Flexor accessorius aufgefasst werden müssen [2]). Der erste entspringt von der fibularen Kante des

---

[1]) SHUFELDT (1890) erwähnt keiner Teilung des Flexor profundus bei *Heloderma*.

[2]) SHUFELDT beschreibt den einen dieser Muskeln als »Flexor accessorius«, den anderen bei den Lumbricales.

grossen Tarsalknochens, bei *Iguana* auch etwas vom Distalende der Fibula und dem Ligamente zwischen diesen Knochen. Er inseriert, dorsal von dem Flexor digiti V liegend, an der Fibularkante der Sehne des Flexor digitorum profundus. Der andere, der grösser ist, entspringt von Metatarsale V, bei *Varanus* auch von Cuboideum. Er inseriert in schräger Richtung — tibio-proximal bis fibulo-distal — an der Dorsalseite der Sehne des Flexor profundus (doch nicht an dem Teil, der zur Zehe IV geht, und der wie erwähnt fast von dem übrigen Teil getrennt ist).

Perrin sagt, was die Homologisierung diese Muskeln betrifft, nur dass sie keine Homologa bei den Urodelen haben. Es ist doch klar — was sicher auch die Meinung Perrin's ist — dass sie alle zusammen der gemeinsamen Beugemasse der Urodelen entsprechen.

Die oben erwähnte Sehnenplatte, mit der bei *Tupinambis* und *Ameiva* ein distaler Teil (bei *Lacerta* ein sehr kleiner Teil) des inneren Gastrocnemius in Verbindung getreten ist und die von der Sehne des äusseren Teiles des Extensor tarsi fibularis (oder vom ungeteilten Muskel) entspringt, ist wohl entstanden, um durch die Fixierung der Beugemuskeln am Distalende des Unterschenkels ihre Wirkung zu verstärken; sie wirkt also als eine Art von Flexor accessorius. Ich habe nur bei Shufeldt (1890) eine Beschreibung dieses Sehnenapparates gefunden.

Bei *Varanus* finden wir den Apparat in seinem primitivsten Entwicklungsstadium. Hier geht die Sehnenplatte von der Endsehne des äusseren Extensor tarsi fibularis, dorsal vom äusseren Gastrocnemius, zur Tibialkante dieses Muskels und zur Fibularkante des Flexor profundus. Bei den anderen von mir untersuchten Arten hat die Sehne eine Insertion an der Tibialseite der Tarsusgegend sowie an der Tibialkante des Pronator profundus gewonnen. Die Sehne bekommt hier eine Verstärkung von der Fibularkante des äusseren Gastocnemius, bei *Ameiva* auch von der Tibialkante der Sehne des oberen, abgetrennten Teiles dieses Muskels. Sie geht zu der Fibularkante des Flexor profundus und dem Pronator profundus. Diese Sehne verbindet sich nicht mit dem Flexor digiti V, der bei einigen Arten über, bei anderen unter sie liegt.

Mein innerer Gastrocnemius entspricht Mc Murrich's Plantaris superficialis medialis, mein äusserer Gastrocnemius seinem Plantaris superficialis lateralis, mein Flexor profundus und Flexor digiti V seinen Plantaris superficialis tenuis, Plantaris superficialis accessorius und Plantaris profundus III—II. Sein Plantaris profundus I accessorius entspricht dem vom grossen Tarsalknochen entspringenden kleinen Teil meines Flexor accessorius.

Nach Perrin (1895) entspringt bei *Sphenodon* der innere Gastrocnemius nur von der Tibia. Wie bei *Varanus* und *Lacerta* kommt ein Teil des Flexor profundus von der Sehne des von oben kommenden Muskels (Perrin's Fléchisseur externe de la jambe). Bei *Sphenodon*, wie bei *Mabuia* hat der Flexor digiti V sich noch nicht vom Flexor profundus emanzipiert; dies ist natürlich ein altertümliches Verhalten.

Flexores breves superficiales.

Die kurzen Teile von HOFFMANN's Flexor digitorum perforatus + Tarso-digitalis quintus + Lumbricales.

. GADOW's ›Erste plantare Schicht‹ sowie ein Teil seiner zweiten plantaren Schicht.

PERRIN's Fléchisseur superficiel de la première (II) phalange + Fléchisseur superficiel de la deuxième (III) phalangine + Fléchisseur superficiel de la troisième phalanginette + Fléchisseur superficiel des quatrièmes phalanginette et phalanginule + Fléchisseur de la quatrième phalanginette + Fléchisseur du cinquième métatarsien + Fléchisseur de la deuxième (III, IV) phalangine + Adducteur accessoire du quatrième doigt + Adducteur du cinquième doigt + Adducteur accessoire du cinquième doigt + Fléchisseur de la deuxième (III, IV) phalange.

Mc MURRICH's Flexor brevis superficialis (stratum superficiale, stratum profundum) sowie wahrscheinlich „middle and fibular portions" vom Stratum superficiale des Flexor brevis medius [1]).

Wir finden hier Verhältnisse, die in hohem Grade mit den Verhältnissen dieser Muskeln an der vorderen Extremität übereinstimmen. Auch hier haben sich 4 Lagen von Flexores breves superficiales entwickelt [2]); hier hat sich auch die oberflächlichste Lage mit einem selbständig gewordenen Teile des Flexor primordialis communis zu einer Art von Flexor perforatus entwickelt. Allerdings bleibt hier, an der hinteren Extremität, ein Entwicklungsstadium dieses Muskels bestehen, das am Arme nur noch bei *Vanarus* und den *Tejidæ* zu finden ist. Bei den anderen geht am Arme die Entwicklung weiter und die kurzen Muskeln bilden einen selbständigen Flexor brevis perforatus.

Die Lage I a der Flexores breves superficiales besteht also aus dem oberflächlichsten Teile dieser Muskeln der niederen Formen. Diese Lage ist hier — wie die oberflächliche Lage bei den Cheloniern — an der Beugesehne des Flexor primordialis communis proximalwärts gewandert und hat sich stark vergrössert um sich zuletzt, wie erwähnt, mit einem Teile dieses Muskels zu einem selbständigen Muskel auszubilden. Am Arme gewann dieser Muskel eine Insertion an Accessorium, wodurch bei den meisten Formen eine fast vollständige Trennung des langen Teiles von den kurzen Teilen zustande gekommen war. Hier ist ein ähnlicher Prozess begonnen, indem der lange Teil ziemlich kräftig an Metatarsale V inseriert, was dazu geführt hat, dass die Muskeln für IV und V ganz, der für III teilweise von Metatarsale V entspringen. Dieses Stadium entspricht ungefähr dem Stadium, das wir am Arme bei *Varanus* und den *Tejidæ* fanden.

Die Muskeln dieser Lage an der Hand gehen in Sehnen aus, die die Fingersehnen des Flexor primordialis communis umgreifen und inserieren, am Finger I an der Basis der Phalanx 1, am Finger II an der Basis der Phalanx 2, am Finger III an der Basis der Phalangen 2 und 3, am Finger IV an der Basis der Phalangen 2, 3 und 4, am Finger V an der Basis der Phalanx 1 oder 2, oder an beiden Phalangen. Sie werden auch durch verdicktes Bindegewebe an der Basis der Grundphalangen festgehalten.

---

[1]) Vielleicht auch Abductor quinti digiti.

[2]) Die 3 Lagen von Flexores breves superficiales am Fusse der Chelonier entsprechen wahr scheinlich in folgender Weise den Lagen der Saurier: die obeflächlichste Lage der Lagen I a und b, die mittlere der Lage II a und die untere der Lage II b.

Wir finden am Fusse dasselbe System der Insertion für die Muskeln dieser Lage und im ganzen dieselbe Anzahl von Sehnen. Doch werden hier alle Sehnen nur bei *Sphenodon* von den Muskeln gebildet; sonst hilft die oben erwähnte, von dem oberflächlichen Teile des äusseren Gastrocnemius gebildete, Fascie die meisten dieser Sehnen zu bilden und bildet einige von ihnen ohne Mitwirkung der Muskeln. Auch ist hier die Insertion an der Basis der Grundphalangen sehr kräftig. Bei *Varanus* sind die Verhältnisse am einfachsten, doch nicht so einfach im Verhältnisse zu den anderen wie dieselben Sehnen an der Hand. Ich gebe etwas weiter unten die detaillierte Beschreibung dieser Muskellage.

Die Lage I b zeigt eine genaue Übereinstimmung mit derselben Lage an der Hand. Sie besteht auch aus drei kleinen Muskeln — von denen wie an der Hand der am meisten nach innen liegende sehr schwach ist — die von der Beugesehne, wo sie sich zu den Zehensehnen teilt, entspringen — wie an der Hand nach innen gelegen von der Sehne der Zehe, zu denen sie gehen. Sie demonstrieren den ursprünglichen Zusammenhang der Lage I a mit der Beugesehne, indem sie — wie an der Hand — zu einem der Muskeln dieser Lage für die drei mittleren Zehen gehen. Die Lage I b entspricht Perrin's »Fléchisseur des (II, III, IV) phalangines».

Die Lage II a, die ich an der Hand nur bei *Varanus, Iguana* und den *Tejidæ* gefunden habe, habe ich am Fusse nur bei *Varanus* gefunden[1]); sie besteht hier aus 3 Muskeln, die sich hier ungefär wie an der Hand verhalten; sie entspringen: 1) von der Dorsalseite der Beugesehne, wo sie sich zu den Zehen II und III teilt, 2) von der Dorsalseite der Beugesehne, wo sie sich zu den Zehen III und IV teilt, 3) wie die übrigen kurzen Muskeln der Zehe V von Metatarsale V, sowie etwas vom Muskelbauche des äusseren Gastrocnemius. Sie gehen zu den an der Tibialseite den Zehen inserierenden Querbändern der drei fibularen Zehen (diese Querbänder werden bei den Interossei beschrieben). Der Muskel für die Zehe V bekommt eine Verstärkung von einem kleinen Muskel, der von der Fibularseite des Metatarsale V entspringt und der, dorsal von der Sehne des Flexor digiti V liegend, sich an der Tibialseite des Metatarsale V mit dem Muskel vereinigt. Sie entsprechen Perrin's Adducteur accessoire du quatrième doigt + Adducteur accessoire du cinquième doigt + Adducteur du cinquième doigt. Perrin hat den Muskel dieser Lage für die Zehe III nicht beschrieben.

Die Muskeln der Lage II b verhalten sich ganz wie an der Hand. Wir finden auch hier 3 Muskeln, die von der Dorsalseite der Beugesehne entspringen, um an der Basis der Grundphalanx der drei mittleren Zehen zu inserieren. Sie entsprechen Perrin's Fléchisseur de la deuxième (III, IV) phalange.

Ich gehe jetzt zu einer detaillierten Beschreibung der Insertionsverhältnisse der Muskeln der Lagen I a und b über. Wie erwähnt entsteht ein ähnliches Sehnensystem wie an der Hand durch das Zusammenwirken der Muskeln dieser Lagen mit Sehnen, die von der ventral von ihnen liegenden sehnenartigen Fascie des ventralen Teiles des äusseren Gastrocnemius ausgehen. Wenn man das Verhalten dieser Sehnen zuerst studiert, glaubt man nicht eine genaue Beschreibung von ihnen

[1]) Vielleicht besteht bei den anderen unter den Muskeln für V ein Rest der Lage II a.

geben zu können, weil man erwartet, dass ihr Verhalten nicht konstant sei, und dass man hier sehr reichliche Variationen finden soll. Dies ist aber nicht der Fall. Sowohl der Vergleich von meinen Resultaten an mehreren Füssen als der Vergleich von meinen Resultaten mit PERRIN's hat mich zu der Auffassung geführt, dass das Verhalten dieser Sehnen im allgemeinen genügend konstant ist um eine Beschreibung verlangen zu können. Ich habe bei den von mir untersuchten Exemplaren der Gattungen, die PERRIN auch untersucht hat, nur unbedeutende Unterschiede von der Beschreibung PERRIN's erhalten.

Bei *Varanus* verhalten sie sich in folgender Weise:

1) inseriert, die Sehne des Flexor primordialis communis für I umgreifend, an beiden Seiten der Basis des Grundphalanx I,

2) inseriert mittels einer Sehne an der Tibialseite der Basis der Grundphalanx II,

3) geht in zwei Sehnen aus, die die Sehne des Flexor primordialis communis für II umgreifen und sich bald zu einer Sehne vereinigen, die, dorsal von der Flexor primordialis communis-Sehne liegend, zur Basis der Phalanx 2 der Zehe II geht (der Muskel befestigt sich auch etwas an beiden Seiten der Basis der Grundphalanx II). Der tibiale Sehnenschenkel dieses Muskels nimmt den tibialsten Muskel der Lage I b auf. Ich habe diesen Muskel (der Lage I b) bei allen mit Ausnahme von *Ameiva* gefunden; vielleicht existiert er auch hier, hat aber durch seine Kleinigkeit sich meiner Aufmerksamkeit entzogen. Bei *Sphenodon* wird er vermisst.

4) geht in zwei Sehnen aus, die die Sehne des Flexor primordialis communis für III umgreifen und sich bald zu einer Sehne vereinigen, die, dorsal von der Flexor primordialis communis-Sehne liegend, zur Basis der Phalanx 3 der Zehe III geht; von der Dorsalseite dieser Sehne geht ein elastisches Band zur Basis der Phalanx 2. Der tibiale Sehnenschenkel des Muskels nimmt den mittleren Muskel der Lage I b auf,

5) von der Fascie des äusseren Gastrocnemius geht eine Sehne zur Fibularseite der Basis der Phalangen 2 und 1 der Zehe III.

6) Der Muskel der Lage I a für die Zehe IV entspringt von Metatarsale V; er gibt eine Sehne ab, die sich dorsal von der Sehne des Flexor primordialis communis für IV mit dem fibularsten Muskel der Lage I b zu einer Sehne vereinigt, die, dorsal von der Flexor primordialis communis-Sehne liegend, an der Basis der Phalanx 4 der Zehe IV inseriert; von der Dorsalseite dieser Sehne gehen zwei elastische Sehnenbänder zu der Basis der Phalangen 3 und 2.

7) Der von Metatarsale V kommende Muskel dieser Lage für die Zehe IV vereinigt sich auch dorsal von der Sehne des Flexor primordialis communis für IV mit einer tibial von dieser Sehne von der Fascie kommenden Sehne; die gemeinsame Sehne inseriert an der Basis der Phalanx 3 der Zehe IV. Von der Dorsalseite dieser Sehne geht ein elastisches Sehnenband zur Basis der Phalanx 2.

9) Ein kleiner Muskel, der die Sehne des Flexor primordialis communis für V umgreift und an beiden Seiten der Basis der Grundphalanx V inseriert[1]).

[1]) Ich finde, dass die Insertion dieses Muskels dafür spricht, dass dieses Glied die Grundphalanx ist und dass darum das proximalere Glied als Metatarsale V aufzufassen ist, was auch am meisten geschieht.

Bei den anderen von mir untersuchten Formen verhalten sich die beiden ersten dieser Muskeln (für die Zehen I und II) wie bei *Varanus*. Der Muskel 3 erhält bei *Tupinambis*, *Ameiva* und *Lacerta* eine Verstärkung von den Fascie; bei den beiden ersten geht diese Verstärkung zum tibialen Sehnenscheukel bei *Lacerta* zum fibularen. Der Muskel 4 erhält bei *Iguana* an der fibularen Seite eine Verstärkung von der Fascie, bei *Ameiva* erhält er eine Verstärkung an der tibialen Seite, bei *Tupinambis* und *Lacerta* an beiden Seiten. Bei *Iguana* und *Lacerta* hat sich ein Teil dieses Muskels abgespaltet und sendet, von der tibialen Seite kommend, zu der mit 5 bezeichneten Sehne eine Sehne, die sich mit ihr vereinigt, dorsal von der Sehne des Flexor primordialis communis für III; bei *Tupinambis* liegt dieser Muskelteil fibular von der Flexor primordialis communis-Sehne für III. Bei *Ameiva* finden wir, was die Muskeln für III betrifft dieselben Verhältnisse wie bei *Varanus*. Bei *Iguana* ist noch ein Teil des Muskels 4) selbstständig geworden und inseriert an der Tibialseite der Basis der Grundphalanx III.

Bei *Lacerta* hat sich die Sehne 5 in zwei Sehnen gespalten, die eine umfasst die Flexor primordialis communis-Sehne für III und inseriert an der Basis der Phalanx 2. Die zweite inseriert fibular von der Flexor primordialis communis-Sehne an der Basis der Grundphalanx III.

Von jetzt ab hat der Muskel der Lage I a für IV eine Insertion an der fibularen Kante der Zehensehne des Flexor primordialis communis für IV gewonnen und dadurch wenigstens seinen Hauptteil der Teilnahme an der Bildung der tieferen Sehnen entzogen. Bei *Iguana* nimmt doch ein Teil dieses Muskels — der aber seinen Ursprung teilweise zur Sehne des Flexor primordialis communis für IV verlegt hat — an der Bildung des Muskels 6 Teil, in derselben Weise wie der ganze Muskel bei *Varanus*. Bei *Ameiva* ist dieser Teil selbständig geworden und entspringt von der Dorsalseite der Flexor primordialis communis-Sehne für IV. Bei *Tupinambis* und *Lacerta* wird ein solcher Muskelteil vermisst, und der ganze von Metatarsale V kommende Muskel inseriert an der Flexor primordialis communis-Sehne [1]). Bei allen Formen mit Ausnahme von *Varanus* gibt der fibularste Muskel der Lage I b eine Sehne ab, die durch eine von der Fascie kommende, tibial von der Flexor primordialis communis-Sehne für IV liegende Sehne verstärkt wird; die gemeinsame Sehne liegt dorsal von der Sehne des Flexor primordialis communis für IV und inseriert an der Basis der Phalanx 4 der Zehe IV. 7) Bei *Iguana* und *Ameiva* umfassen zwei von der Fascie kommende Sehnen die Flexor primordialis communis-Sehne für IV und bilden eine Sehne, die, dorsal von der Flexor primordialis communis-Sehne liegend, an der Basis der Phalanx 3 der Zehe IV inseriert; bei *Tupinambis* und *Lacerta* bekommt diese Sehne eine Verstärkung von dem fibularsten Muskel der Lage I b 8) bei allen von mir untersuchten Sauriern mit Ausnahme von *Varanus* existiert eine Sehne, die von der Fascie an der tibialen Seite der Flexor primordialis communis-Sehne für IV kommt und die, an der dorsalen

[1]) Dies ist auch bei *Sphenodon* der Fall.

Seite dieser Sehne liegend, an der Basis der Phalangen 2 und 1 der Zehe IV inseriert. Bei *Tupinambis* umgreift die Sehne die Flexor primordialis communis-Sehne für IV; an der tibialen Seite bekommt sie eine Verstärkung von dem fibularsten Muskel der Lage I b.

Bei *Lacerta* inseriert der tibialste Muskel der Lage I b an beiden Sehnenschenkeln des Muskels 3) der Lage I a. Der mittlere Muskel der Lage I b besteht bei *Iguana* aus 2 Teilen, von denen der eine von der Teilungsstelle der Flexor primordialis communis-Sehne zu den Sehnen für II und III entspringt, der andere von der Tibialseite der Sehne für III; jener Teil verbindet sich mit dem rechten Sehnenschenkel des Muskels 4 der Lage I a, dieser mit beiden Sehnenschenkeln desselben Muskels. Sonst verhalten sich diese beiden Muskeln wie bei *Varanus*. Das Verhalten des fibularsten Muskels der Lage I b ist schon oben bei der Behandlung der Lage I a beschrieben.

Es scheint, als ob der fibularste Muskel der Lage II a bei *Varanus* als ein unbedeutender Rest auch bei den anderen wiederkehrte. Hier geht nämlich ein Teil des Muskels der Lage I a für V an der tibialen Seite der Zehe nicht zur Grundphalanx, sondern zu dem Querbande (siehe bei Interossei) zwischen IV und V; der kleine, tiefe Muskel, der von der Fibularseite des Metatarsale V entsprang und der unter der Sehne des Flexor digiti V auch zu dem Querbande ging, wird auch gefunden.

Bei *Sphenodon* scheint nach Perrin (1895) die Lage I a sich altertümlicher zu verhalten als bei den anderen, indem die Sehnen dieser Muskeln, die bei den anderen teilweise von der Fascie des ventralen Teiles des äusseren Gastrocnemius ausgehen, hier in derselbe Weise wie an der Hand alle von den Muskeln ausgehen. Auch scheint der bei den anderen reduzierte Muskel dieser Lage für IV bei *Sphenodon* vollständiger zu sein.

Crocodilia[1]).

Flexor primordialis communis. Flexor accessorius.

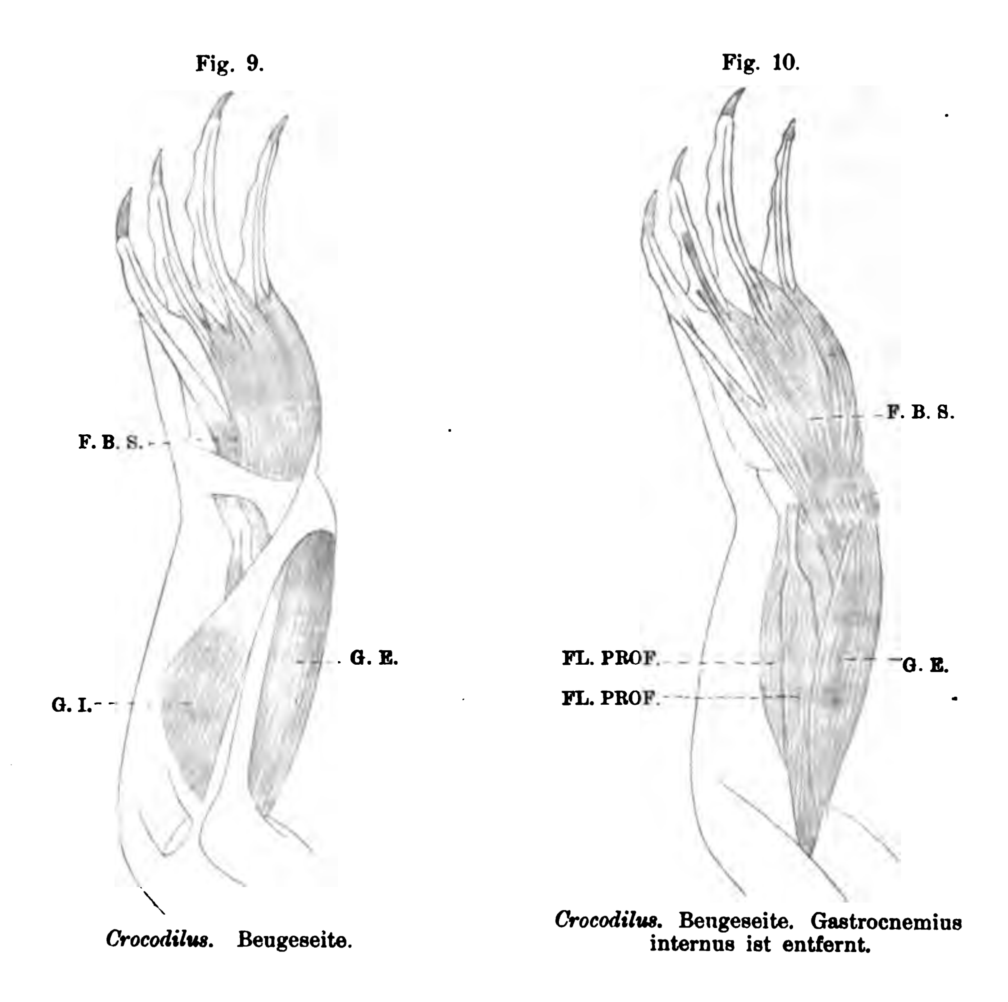
Hoffmann's Gastrocnemius + Flexor longus digitorum.

Gadow's Gastrocnemius + Flexor longus digitorum + Peroneus posterior + Zweite plantare Schicht (mit Ausnahme von VII η).

Der Flexor primordialis communis verhält sich hier im ganzen wie bei den Sauriern. Er ist in 3 Teile gespalten. Von diesen Teilen ist der innere Gastrocnemius der oberflächlichste. Der andere, der äussere Gastrocnemius hängt auch hier mit der oberflächlichsten Lage der Flexores breves superficiales zusammen, obgleich nicht so intim wie bei den Sauriern. Wir müssen für den äusseren Gastrocnemius wie für diese oberflächliche Lage der Flexores breves superficialis natürlich voraussetzen, dass sie dieselben Stadien der Entwicklung durchgemacht haben wie dieselben

[1]) Da die drei von mir zergliederten Crocodilier sich nur wenig an einander unterscheiden, beschreibe ich hier nur den *Crocodilus americanus*.

Muskeln der Saurier (Proximalwärtswanderung der kurzen Muskeln, Abspaltung des äusseren Gastrocnemius aus dem Flexor primordialis communis, Insertion des äusseren Gastrocnemius an Tarsus). Nur ist hier die Entwicklung ein Schritt weiter gegangen in derselben Richtung wie am Arme, indem bei den Crocodiliern sämmtliche Flexores breves superficiales der oberflächlichsten Lage von Tarsus entspringen, obgleich sie noch in Verbindung mit dem äusseren Gastrocnemius stehen. Ein



Crocodilus. Beugeseite.

Crocodilus. Beugeseite. Gastrocnemius internus ist entfernt.

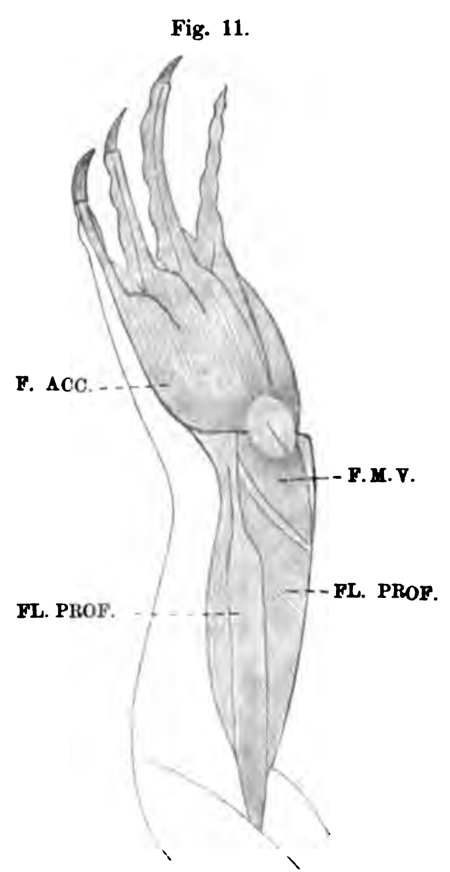
kleinerer Teil des äusseren Gastrocnemius hat sich in Zusammenhang mit dem Ambiens teilweise vom übrigen Teile emanzipiert. Der tiefste Teil bildet auch hier in Verbindung mit dem Flexor accessorius den Flexor profundus.

Der innere Gastrocnemius ist hier relativ kräftig. Er entspringt vom Capitulum tibiæ und von fast der proximalen $^1/_2$ des Tibiaschaftes. In derselben Richtung wie der innere Gastrocnemius der Saurier ziehend, geht er in der Nähe des Tarsus in eine Sehne über, die sich mit der von Gadow's Flexor tibialis externus kommenden Sehne vereinigt. Die gemeinsame Sehne nimmt ein kräftiges Sehnenband auf, das von der Fibularkante des äusseren Gastrocnemius kommt und inseriert an

der Basis des Metatarsale V; sie inseriert auch mittels eines schwächeren Sehnenbandes an der Basis der Metatarsale I und etwas an Fibulare. An der Sehne des Gastrocnemius befestigt sich ein Teil der Sehne des äusseren Teiles des Extensor tarsi fibularis. Wir haben also hier auch einen Zusammenhang zwischen diesem Muskel und der Flexormuskulatur, aber in viel einfacher Weise als bei den Sauriern.

Der äussere Gastrocnemius ist wie erwähnt in fast seiner ganzen Länge in 2 Teile gespalten. Der Hauptteil ist kräftig; er entspringt sehnig von Femur ganz proximal von Condylus externus. Mit der Ursprungssehne vereinigt sich die Sehne von Gadow's Caudi-femoralis. Der Muskel nimmt in seinem proximalen Teile eine schwache Sehne auf, die von dem ersten Teile von Gadow's Ilio-fibularis kommt.

Fig. 11.



Crocodilus. Beugeseite. Beide Gastrocnemii sowie die Flexores breves superficiales sind entfernt.

Bei den Sauriern sahen wir, dass der äussere Gastrocnemius neben seinem hauptsächlichen Ursprung auch mittels einer schwachen Sehne von der Unterseite der Extensor cruris-Sehne entsprang. (Eine ähnliche Sehne vereinigt bei den Anuren diesen Muskel mit dem Flexor primordialis communis.) Hier hat dieses Verhalten zu der Bildung des Musculus ambiens geführt, indem sich ein Teil des äusseren Gastrocnemius sowie ein Teil des Extensor cruris abgespaltet haben. Der aus dem Extensor cruris abgespaltete Teil liegt an der inneren Seite des Oberschenkels, seine Sehne kreuzt das Kniegelenke, die Sehne des Extensor cruris durchbohrend. Diese Sehne zieht an der fibularen Seite des Unterschenkels bis zum Tarsus, wo sie am Proximalende des Fibulare inseriert; von ihr entspringt der abgespaltete kleinere Teil des äusseren Gastrocnemius, der etwas proximal vom Tarsus sie mit dem Hauptteile des Muskels vereinigt. [1]) Der gemeinsame Muskel geht am Tarsus in eine Sehne über, die teilweise an Fibulare und Metatarsale V inseriert und sich über die von diesen Knochen entspringende, oberflächliche Lage der Flexores breves superficiales ausbreitet; sie nimmt wie bei den Sauriern an der Bildung der Sehnen dieser Muskeln teil.

[1]) Ich kann unmöglich der Auffassung Gadow's beistimmen, nach der dieser Muskelteil dem aus dem Extensor tarsi fibularis abgespalteten, von Condylus externus femoris entspringenden, Muskel der Saurier homolog wäre. Dieser ist nämlich ein Extensor, von einem Zweige des Extensornerven innerviert, da der von der Ambienssehne entspringende Teil von einem Flexornerven innerviert wird; seine Entstehung aus dem ungeteilten äusseren Gastrocnemius der Saurier (wo der Ambiens noch nicht existiert) scheint mir übrigens nicht schwer zu verstehen.

Flexor profundus besteht aus 2 Teilen. Der schwächere, oberflächliche entspringt sehnig von Condylus externus femoris. Seine Ursprungssehne ist in derselben Weise wie die des äusseren Gastrocnemius mit der Sehne von GADOW's Caudi-femoralis vereinigt. Der andere Teil entspringt von der proximalen $^1/_2$ der Fibula sowie vom Proximalende der Tibia. Am Tarsus gehen beide Teile in Sehnen über, die sich zu der hier relativ dünnen Beugesehne vereinigen. Diese Sehne teilt sich in drei Sehnen, die zu den Endphalangen der drei tibialen Zehen gehen. Die Zehe IV bekommt, wie die Finger IV und V an der Hand, keine solche Sehne.

Die Sehnenbänder der Saurier, die von der Dorsalseite der Zehensehnen zu den Phalangen gingen, finden wir auch hier wieder. Die, die zu den Distalenden der vorletzten Phalangen gehen, sind kräftig. Die anderen sind aber schwach. Durch die grosse Breite der Sehnen der Flexores breves superficiales werden sie verhindert eine kräftigere Insertion an den Phalangen zu haben. Sie inserieren darum teilweise an der Flexor brevis superficialis-Sehne, teilweise an der Gegend des Interphalangealgelenkes. Diese Insertion hat das proximale Sehnenband der Zehe II und die beiden proximalen der Zehe III; die distalen Sehnenbänder dieser Zehen sowie das einzige Sehnenband der Zehe I inserieren, wie oben erwähnt, in der gewöhnlichen Weise. An der Zehe IV hat der für die Flexor primordialis communis-Sehne vikariierende Flexor brevis superficialis ähnliche Sehnenbänder ge bildet; siehe für diese bei den Flexores breves superficiales.

An der Ventralseite der Beugesehne sowie an den proximalsten Teilen seiner Zehensehnen inseriert ein kräftiger Flexor accessorius-Teil, der von Fibulare und Metatarsale V kommt. Diese für die Crocodilier eigentümliche Insertion des Flexor accessorius lässt es zuerst erscheinen, als ob dieser Muskel die Zehensehnen der Beugesehne aussendete.

Flexores breves superficiales.

HOFFMANN's Flexor digitorum brevis.

GADOW's Erste plantare Schicht + VII η (aus der zweiten plantaren Schicht) + Dritte plantare Schicht (I, III, IV).

Wie oben erwähnt wurde, hat hier die oberflächlichste Lage dieser Muskeln (I a der Saurier) ihren Ursprung von der Sehne des äusseren Gastrocnemius zu Fibulare und Metatarsale V verlegt, also dieselbe Entwicklung durchgemacht wie diese Lage an der Hand der Saurier und Crocodilier. Sie hängen doch noch mit dieser, ventral von ihnen liegende, Sehne zusammen, die sich an der Bildung ihrer Sehnen beteiligt.

Für die Zehe I existiert kein Muskel dieser Lage, sondern ein breiter, dünner Teil der Sehne ersetzt ihn und geht zur Tibialseite der Basis der Grundphalanx I.

Ein Muskel, der bald in eine Sehne übergeht, inseriert wie bei den Sauriern an der Tibialseite der Basis der Grundphalanx II. Ein anderer Muskel für II geht

in 2 Sehnen aus, die die Flexor primordialis communis-Sehne für II umgreifen und sich dorsal von ihr zu einer breiten dünnen Sehne vereinigen, die, dorsal von der Flexor primordialis communis-Sehne ziehend, zur Basis der Phalanx 2 der Zehe II geht. Beide Sehnenschenkel dieses Muskels erhalten Verstärkung von der Sehne des äusseren Gastrocnemius. Der Muskel inseriert auch kräftig an der Fibularseite der Basis der Grundphalanx II. Ein Muskel sendet seine Sehne von der Fibulareseite der Flexor primordialis communis-Sehne für III hinter diese Sehne, wo sie sich mit einem von der tibialen Seite kommenden Sehnenstreifen der Sehne des äusseren Gastrocnemius zu einer dünnen, breiten Sehne vereinigt, die, dorsal von der Flexor primordialis communis-Sehne für III ziehend, zur Basis der Phalanx 3 der Zehe III geht. Der Muskel inseriert auch an der Fibularseite der Basis der Grundphalanx III. Von der Dorsalseite der Sehne dieses kurzen Muskels geht ein Sehnenband zur Basis der Phalanx 2 dieser Zehe.

Die Sehne eines tibial von der Flexor primordialis communis-Sehne für III liegenden Muskels, die mit einem Sehnenstreifen der Sehne des äusseren Gastrocnemius vereinigt ist, vereinigt sich dorsal von der Flexor primordialis communis-Sehne für III mit einer schwachen von dem vorigen Muskel kommenden Sehne zu einer dünnen, breiten Sehne, die, dorsal von der Flexor primordialis communis-Sehne für III liegend, zur Basis der Phalanx 2 der Zehe III geht. Eine von der Sehne des äusseren Gastrocnemius kommende Sehne inseriert an der Tibialseite der Basis der Grundphalanx III.

Da für die Zehe IV keine Sehne des Flexor primordialis communis existiert, sendet hier ein Flexor brevis superficialis eine Sehne zur Endphalanx und zur vorletzten Phalanx der Zehe IV. Eine andere Sehne desselben Muskels geht, dorsal von der vorigen Sehne liegend, zur Basis der Phalanx 3 dieser Zehe; also eine Einrichtung wie bei den anderen Zehen ganz als ob die beiden Sehnen nicht von demselben Muskel stammten, sondern als ob die eine von ihnen wie gewöhnlich eine Sehne des Flexor primordialis communis wäre und nur die andere eine Sehne eines Flexor brevis superficialis. Von der Dorsalseite der längeren Sehne entspringen 2 ähnliche Sehnenbänder wie bei den Flexor primordialis communis-Sehnen, die zu dem zweiten und dritten Interphalangealgelenke und zu der unter- liegenden Sehne gehen. Die kürzere Sehne sendet ein Sehnenband zur Basis der Phalanx 2.

Ein tiefer liegender Muskel, der von Metatarsale V entspringt und der zur Basis der Grundphalanx IV geht, ist wohl ein Flexor brevis superficialis. An den Zehen II und III inserierte ja ein solcher Muskel kräftig an der Fibularseite der Basis der Grundphalanx.

Die Lagen I b und II a der Saurier werden hier nicht gefunden.

Die Lage II b (Lumbricales) besteht aus drei Muskeln, die bei *Crocodilus* zu den drei mittleren Zehen gehen. Der tibialste vereinigt seine Sehne mit der des Contrahens für diese Zehe; die gemeinsame Sehne inseriert am Distalende der Grundphalanx II. Die beiden anderen Lumbricales inserieren an der Basis der

Grundphalanx II und III sowie mittels einer Sehne etwas weiter distal an der Grundphalanx Bei *Caiman* und *Alligator* existiert auch ein Lumbricalis für I, deren Sehne sich mit der Sehne des kleineren, fibularen Contrahens für I vereinigt, um am Distalende der Grundphalanx I zu inserieren.

Bei meinen Exemplare von *Caiman* wurde der Lumbricalis für II nicht gefunden. Bei *Alligator* existiert er zuweilen.

Säugetiere.

Flexor primordialis communis + Flexor accessorius + Flexores breves superficiales.

[Gastrocnemius + Soleus + Plantaris + Flexor digitorum fibularis (Flexor hallucis longus) + Quadratus plantae + Flexor digitorum brevis + Abductor hallucis + Abductor digiti V + Lumbricales.]

In meiner früheren Abhandlung (1907) habe ich gezeigt, dass am Arme der Monotremen noch der ungeteilte Flexor primordialis communis besteht, von dessen Sehne noch alle Flexores breves superficiales entspringen, also ein Stadium, das sich nicht weit von dem der Urodelen und Chelonier entfernt. Später spalten sich — in Verbindung mit Teilen der oberflächlichen Lage der Flexores breves superficiales — der Palmaris longus und der Flexor digitorum sublimis aus dem Flexor primordialis communis ab, der nun mit den Flexores accessorii zusammen den Flexor digitorum profundus bildet.

Am Beine der Monotremen finden wir aber mehr vorgeschrittene Verhältnisse, die am meisten mit den Verhältnissen der Chelonier stimmen.

Wir müssen also annehmen, dass bei den Vorfahren der Säugetiere sich diese Muskelgruppe in derselben Weise wie bei den Reptilien entwickelt habe. Zuerst hat der ungespaltete Flexor primordialis communis einen Teil seines Ursprunges zur tibialen Seite der Extremität verlegt. Später ist dieser Teil selbstständig geworden; es ist der Muskel, den ich bei den Reptilien den inneren Gastrocnemius genannt habe. Dann hat sich — wie bei den Vorfahren der Saurier und Crocodilier — die oberflächlichste Lage der Flexores breves superficiales mit einem emanzipierten Teile des Flexor primordialis communis zu einer Art Flexor perforatus (dem äusserem Gastrocnemius) entwickelt. Dieser Muskel gewinnt — wie bei den Sauriern an Metatarsale V — teilweise eine Insertion an Calcaneus; dieser an Calcaneus inserierende Teil wird bei den Säugetieren zu dem äusseren Gastrocnemius (aus ihm emanzipiert sich später der Soleus). Der Teil, der mit der Lage der Flexores breves superficiales in Verbindung steht, wird zu dem Plantaris. Wie diese Lage der Flexores breves superficiales bei den Sauriern durch die Insertion des langen Muskelbauches an Metatarsale V teilweise dazu kamen von diesem Knochen zu entspringen, so kommen, wenn der äussere Gastrocnemius die Insertion an Calcaneus bekommt, ein

Teil der kurzen Muskeln dazu ihren Ursprungspunkt zu Calcaneus zu verlegen. Wie bei den Sauriern die Lage I b, so besteht bei den Säugetieren eine Lage der Flexores breves superficiales, die, ihre alte Ursprungsstelle (an der gemeinsamen Beugesehne) behielten aber den Zusammenhang mit der oberflächlichen Lage (bei den Sauriern I a) nicht aufgaben. Sie vereinigen sich also mit den kurzen Flexoren, die sich mit dem äusseren Gastrocnemius zusammen emanzipierten. Die tiefste Lage der Flexores breves superficiales bildet hier wie bei den Reptilien die Lumbricales.

Bei *Ornithorhynchus* findet man einen inneren Gastrocnemius der von einer Stelle ganz hinter dem Condylus medialis femoris entspringt; im distalen Teile des Unterschenkels inseriert er breit an der Sehne des noch ungeteilten äusseren Gastrocnemius und trägt auch zur Bildung der Sehne bei. Dieser Muskel[1]) (der also den äusseren Gastrocnemiuskopf sowie Plantaris und Soleus[2]) der höheren Säuger repräsentiert), der kräftiger als der innere Gastrocnemius ist, entspringt von der proximalen Kante des Fibulaschaufels. Im distalen Teile des Unterschenkels geht er in eine Sehne über, die an Calcaneus inseriert. Von diesem Knochen entspringen 2 Flexores breves superficiales, die als Flexores perforati zu den Zehen IV und V gehen. Die anderen Flexores perforati (für II und III) entspringen von der gemeinsamen Beugesehne. Also finden wir hier ein eigentümliches Verhalten, dass bei den anderen primitiven Säugetieren nicht wiederkehrt, indem der primitive äussere Gastrocnemius hier den Zusammenhang mit den Flexores breves superficiales verloren hat. Man muss wohl annehmen dass die beiden fibularen nur die Muskeln der Lage I a der Saurier und die beiden anderen nur die Muskeln der Lage I b repräsentieren, dass also die Muskeln der Lage I b für die Zehen IV und V und die Muskeln der Lage I a für die Zehen II und III verkümmert seien.

Der übrige Teil des Flexor primordialis communis, der wohl mit dem Hauptteil des Flexor accessorius verschmolzen ist, den ich bei den Reptilien Flexor profundus nannte, und der der Flexor fibularis der Säugetieranatomie ist, ist ein sehr kräftiger Muskel, der bei *Ornithorhynchus* von der äusseren Kante des Fibulaschaufels und von etwas mehr als der proximalen $^1/_2$ des Fibulaschaftes entspringt. Im distalen Teile des Unterschenkels geht er in eine kräftige Sehne über die, an der Planta pedis angelangt sich in 5 Sehnen teilt, die an dem Endphalangen der Zehen inserieren. Man findet hier einen kleinen tarsalen Flexor accessorius-Teil, der von Calcaneus zu der Dorsalseite dieser Beugesehne geht (Quadratus plantae[3]). In der Gegend des Tarsus entspringen von der Beugesehne 2 Flexores breves superficiales, die, wie erwähnt, als Flexores perforati zu den Zehen II und III gehen.

---

[1]) Sowohl MECKEL (1826) als Alix (1867 B) und COUES (1871) haben bei *Ornithorhynchus* den Gastrocnemius als doppelt beschrieben.

[2]) Nach WINGE (1893) ist bei *Ornithorhynchus* Soleus noch nicht von Gastrocnemius abgespalten.

[3]) COUES (1871) beschreibt das Verhalten dieses Muskels in einer eigentümlichen Weise Nach ihm sollte sich der Quadratus plantae mit den Sehnen für die Zehen III und IV emanzipiert haben und einen selbständigen Muskel bilden. Wenn dies wirklich der Fall war, muss es als eine Anomalie aufgefasst werden.

Bei *Echidna* entspringt der innere Gastrocnemius wie bei *Ornithorhynchus;* er inseriert selbständig an Calcaneus. Der äussere Gastrocnemius der hier ungefähr dieselbe Grösse wie der vorige Muskel hat, entspringt von der äusseren, hinteren Kante des Schaufels; er geht im distalen Teile des Unterschenkels in eine Sehne über, die ohne sich mit der Sehne des inneren Gastrocnemius zu vereinigen an Calcaneus inseriert[1]). Bei der Insertion kreuzen diese beiden Sehnen einander. Nach WINDLE (1893/94) scheint sich diese Kreuzung später zu erhalten, so dass man überall in der einheitlichen Gastrocnemius-Sehne diese beiden Teile scheiden kann und immer findet, dass sie sich kreuzen. Es scheint mir aber, dass die Kreuzung dieser beiden Sehnen ohne eine Drehung zustande gekommen sei. Da jeder Muskelteil danach strebt in geradliniger Richtung zu wirken, müssen sich ja die Endsehnen in dieser Weise orientieren, was ja bei *Echidna* der Fall war und das also trotz der Verwachsung erhalten wird. Der tiefe Flexor (Flexor fibularis) entspringt von dem Schaufel und von etwas mehr als der proximalen $^1/_2$ des Fibulaschaftes; sein muskulöser Teil reicht fast bis zum Tarsus. Bei dem von mir zergliederten Exemplare hatte er nur 3 Zehensehnen — für die Zehen I—III, — von denen die innerste äusserst kräftig war, die mittlere schwächer und die fibularste ziemlich schwach[2]). Dass die Zehensehnen an der fibularen Seite des Fusses sich verschmälern und zuletzt verschwinden, hat wohl seinen Grund in der Stellung des Fusses, der nach der fibularen Seite geneigt ist. (Bei der Behandlung der Peronaeus-Muskulatur werden wir sehen, welche grosse Rolle diese Neigung spielt.)

An der Hand von *Echidna* waren die meisten Flexores breves superficiales geschwunden[3]). Dasselbe Verhalten findet man am Fusse; hier existiert nur ein solcher Muskel, der zu der grossen Zehe II — auch an der Hand ging ein solcher Muskel zum grössten Finger (III) — geht. Der schrägen Stellung des Fusses entsprechend hat dieser Muskel hier eine schräge Richtung bekommen und bei der Insertion das Umfassen der betreffenden Beugesehne aufgegeben. Der Muskel, der hier bedeutend kräftiger als der erwähnte Muskel an der Hand ist, entspringt von der Beugesehne in der Nähe des Calcaneus und inseriert an der tibialen Seite der Basis der Phalanx 2 sowie des Distalendes der Phalanx 1 der Zehe II.

Lumbricales werden bei den Monotremata vermisst. In dem Verhalten, dass

---

[1]) Dass diese beiden Muskeln sich bei *Echidna* nicht vereinigen hat dazu geführt, dass die meisten Verfasser das Verhalten nicht richtig aufgefasst haben. MIVART (1865) und WESTLING (1889) haben den äusseren Gastrocnemius als Soleus beschrieben. Dies ist unrichtig, da sich der Soleus erst unter den Beuteltieren vom äusseren Gastrocnemius abspaltet. Es ist natürlich leichter das Verhalten bei *Echidna* zu verstehen, wenn man beide Monotremen untersucht hat. ALIX (1867 B), der dies getan hat, hat den äusseren Gastrocnemius mit demselben Muskel bei *Ornithorhynchus* gleichgestellt. WINGE (1893) hat diesen Muskel bei Echidna als Soleus aufgefasst.

[2]) MIVART (1865) und ALIX (1867 B) geben an bei Echidna 5 Zehensehnen gefunden zu haben, WESTLING (1889) aber nur 4. CUNNINGHAM (1888 p. 74) hat keine Sehne für die Zehe V gesehen.

[3]) GLAESMER (1908) hat an einem Exemplare von *Echidna* Reste der von Calcaneus entspringenden Flexores breves gefunden.

die langen Beuger hauptsächlich von der Fibula entspringen nähern sich die Monotremen den Urodelen und Cheloniern mehr denn den Sauriern und Crocodiliern. Es ist schwer zu sagen, was bei den Monotremen dem Flexor primordialis communis der Urodelen entspricht und was dem grossen Flexor accessorius medialis. Wahrscheinlich ist der Flexor profundus aus dem Flexor accessorius und dem tiefsten Teil des Flexor primordialis communis zusammengesetzt.

Bei den Beuteltieren finden wir ein höheres Stadium denn bei den Monotremen, indem der äussere Gastrocnemius nicht länger einfach ist, sondern aus einem Plantaris- und einem Gastrocnemius-Teil besteht; bei einigen findet man auch einen Soleus-Teil. Der innere Gastrocnemius entspringt von dem Femurkondyl und einer Stelle hinter dem Kondyl. Der an seinem Ursprunge bei den meisten einheitliche primitive äussere Gastrocnemius entspringt von der Fabella[1]), dem neben dem proximalen Ende der Fibula liegenden Knochenstücke, das von Ligamenten an der Fibula, am Femur und an der Patella fixiert wird. Ich schliesse mich unbedingt der Auffassung Fürst's (1903) an, der die Fabella für ein abgelöstes Stück des Fibulaschaufels der Monotremen hält. Es wäre schwer sie hier als einen Sesamknochen aufzufassen, denn sie liegt nicht in einer Sehne eingeschlossen und der Muskel entspringt deutlich von ihr. Wahrscheinlich nahm die Fabella bei ihrer Abspaltung von der Fibula nicht den ganzen äusseren Gastrocnemius mit sich. Denn bei einigen Formen entspringt noch ein Teil des Muskels von der Fibula: dies ist die erste Anlage für einen Soleus. So entspringt bei *Didelphys* der Muskel auch vom proximalen $^1/_4$ der Fibula, bei *Phascologale* sehnig von Capitulum fibulae.

Es lässt sich nicht nach der Beschreibung Sidebotham's mit Bestimmtheit sagen, ob auch bei *Chironectes* ein Soleus existiert.

Nach Macalister (1870) sollen *Sarcophilus* und *Phascolomys*, nach Cunningham (1882) *Cuscus* und nach Leche (1890/91) *Myrmecobius* einen ähnlichen Soleus-Teil besitzen. Der Soleus-Teil bei *Dasyurus* scheint nach Maccormick (1886) mit derselben Bildung bei *Didelphys* zu übereinstimmen. Ein mittlerer Teil des Gastrocnemius, den er an derselben Stelle beschreibt, scheint mir ein Teil des inneren Gastrocnemius zu sein[2]). Bei den meisten Beuteltieren ist aber der Soleus-Teil verschwunden: so bei den von mir zergliederten *Trichosurus*, *Petaurus* und *Phascolarctos*. Bei *Didelphys*, *Phascologale*, *Cuscus* (Cunningham 1882) und *Chironectes* (Sidebotham 1885) sind die Sehnen der beiden Gastrocnemii nicht vereinigt.

Wie erwähnt findet man bei den Beuteltieren einen Plantaris, der mit dem äusseren Gastrocnemius entspringt und noch mehr oder weniger mit ihm zusammenhängt; so scheidet er sich von diesem Muskel bei *Trichosurus*, *Phascolarctos* und *Phascologale* in der Mitte, bei *Didelphys* im proximalen Teile des Unterschenkels. Bei *Cuscus* ist doch nach Cunningham (1882) Plantaris selbständig. Er geht wie erwähnt in die Plantarfascie

[1]) Bei *Didelphys* ist die Fabella relativ klein; der Ursprung des Muskels ist darum teilweise auf das zwischen Patella und Fabella ziehenden Ligamente übergewandert.

[2]) Was Young's Auffassung von einem Soleus bei *Phascolarctos* betrifft, siehe unten bei der Beschreibung der Flexores breves superficiales.

über. Bei *Trichosurus* und *Phascolarctos* befestigt sich diese kräftig an einem grossen an der Planta pedis liegenden Knorpelstück, sowie mittels einer Sehne an der Basis des Metatarsale V. Ein ähnliches Knorpelstück hat Cunningham (1882) bei *Cuscus* beschrieben. Bei *Didelphys* und *Petaurus* befestigt sie sich hauptsächlich an einem tibial liegenden, accessorischen Stück.

Die Flexores breves superficiales entwickeln sich am Fusse der Beuteltiere meistenteils in einer Weise, die nicht mit dem Verhalten derselben Muskeln bei den höheren Säugetieren übereinstimmt aber dem Verhalten derselben Muskeln an der Hand der Säugetiere sehr ähnlich ist. Der Fuss mehrerer Beuteltiere hat ja auch eine Funktion, die der der Hand ziemlich ähnlich ist. Am Fusse mehrerer Beuteltiere stehen also von den Flexores breves superficiales nur die randständigen in Verbindung mit der Plantarfascie. So gehen bei *Trichosurus* und *Phascolarctos* zwei Muskeln von dem mit der Plantarfascie verbundenen Knorpelstück zu den Zehen I und V. Bei *Didelphys*, *Petaurus* und *Cuscus* existiert von diesen Muskeln nur der für V, der hier von der Plantaris-Sehne, bei *Cuscus* vom Knorpel entspringt. Andere Flexores breves superficiales haben aber hier, wie am Arme, den Anfang zu einem langen Flexor perforatus (am Arme Flexor digitorum sublimis) hervorgerufen. Wir müssen uns seine Entstehungsweise in folgender Weise vorstellen. Wenn eine erhöhte Leistung von den Flexores breves superficiales verlangt wird, entwickeln sich zuerst an den Dorsalseiten ihrer Muskelbäuchen Fortsetzungen ihrer Sehnen. Später, wenn diese Sehnen feste Ausgangspunkte an der Sehne des Flexor digitorum profundus gewonnen hatten, wurden durch sie zuerst Sehnenteile und später Muskelteile des Flexor digitorum profundus emanzipiert. Bei *Didelphys* bleiben, von dem distalen Teile der Beugesehne entspringende, Flexores breves superficiales bestehen und zeigen durch den Zusammenhang ihrer Sehnen mit denen des aufangenden Flexor sublimis, in welcher Weise sich der Entwicklungsprozess abgespielt hat. Am Arme konnten wir diese Entwicklung verfolgen von einem relativ primitiven Stadium bei den Beuteltieren bis zu den höheren Stadien. Auch dort waren es die mittleren Flexores breves superficiales, die zu dieser Entwicklung Anlass gaben; die randständigen hatten auch dort Verbindung mit einem mehr oberflächlich liegenden Muskel, dem Palmaris longus.

Dieser Anfang bei den Beuteltieren legt aber am Beine nicht Grund zu einer weiteren Entwicklung; bei den höheren Säugetieren finden wir keine Spur eines solchen selbständigen Flexor sublimis, sondern die Flexores breves superficiales spielen ihre hauptsächlichste Rolle durch ihren Zusammenhang mit dem Plantaris. In dieser Beziehung sind also die Beuteltiere höher spezialisiert als die Monodelphia.

Bei den von mir untersuchten Tieren emanzipierte sich dieser Muskel bei *Phascolarctos* und *Trichosurus* im distalen Teile des Unterschenkels von Flexor profundus um als Flexor perforatus zu den Zehen II—V, bei *Trichosurus* vielleicht nur zu III—V zu gehen. Bei *Petaurus* entspringt er etwas distal von der Mitte des Unterschenkels und geht zu III—V.

Nach DOBSON (1883) und ALIX (1866) hat *Phascolomys* einen ähnlichen Muskel; nach DOBSON geht er zu den Zehen II—IV.

Bei *Didelphys* entspringt er in fast Flexor brevis-ähnlicher Weise in der Gegend des Tarsus, andere distalen Flexor brevis-Teile aufnehmend die neben den Lumbricales entspringen. Hier hat der Muskel keine Sehne für die Zehe II, sondern zu ihr geht ein kurzer Flexor brevis superficialis, der aber seinen Ursprung zur Sehne des Flexor digitorum tibialis verlegt hat.

CUNNINGHAM (1882) beschreibt bei *Cuscus* einen Flexor sublimis, der sich in der Mitte des Unterschenkels von Flexor profundus emanzipiert um als Flexor perforatus zu den Zehen III—V zu gehen. Er sagt: „The sublimis or superficial part ends in three tendons, and is the representative of the flexor brevis digitorum". Von dem Verhalten dieses Muskels zu dem Flexor profundus sagt er: „they bear to each other very much the same relation that the flexor sublimis in the forearm of the same animal bears to the flexor profundus".

Nach demselben Verfasser verhalten sich diese Muskeln bei *Thylacinus* in einer anderen Weise; hier entspringen die Flexores breves superficiales als ein einheitlicher Muskel von Calcaneus. YOUNG (1881/82) und MACALISTER (1872) haben den Flexor sublimis bei *Phascolarctos* beschrieben. YOUNG hält ihn aber irrtümlicherweise für den Soleus. COUES (1871) beschreibt ihn bei *Didelphys*, sowie auch die kleinen distalen Flexores breves. HASWELL (1886) sagt in seiner Beschreibung der Muskulatur von *Petaurista:* „The superficial part (der Beugemasse) gives origin to tendons passing to the third, fourth and fifth toes".

Bei seiner Beschreibung der Muskulatur von *Chironectes* behandelt SIDEBOTHAM (1885) diesen Muskel nicht so ausführlich, dass man eine bestimmte Auffassung von seinem Verhalten bekommen kann. SCHULTZE's (1867) Beschreibung der Flexores breves superficiales bei *Didelphys* ist nicht vollständig.

Nach LECHE (1891/92) entspringt bei *Myrmecobius* ein Teil der Flexores breves superficiales von der Sehne des Flexor profundus, ein anderer Teil von der Plantarissehne. Der Verfasser sagt nicht, welche von der einen oder anderen Stelle entspringen. Nach CARLSSON (1904) besteht bei *Notoryctes* — wo ja der Plantaris rudimentär ist — nur ein sehniger Rest des Muskels, der hier vom tibialen Randstück entspringt. Vielleicht ist der kleine Muskel, der anstatt einer Sehne des Flexor profundus zur Zehe V geht, ein Flexor brevis superficialis. THOMPSON und HILLIER (1894/95) nennen ihn Flexor brevis digitorum.

Bei *Phascologale* entspringen 3 Flexores breves der Lage I a von der Plantarissehne und von Calcaneus; sie gehen zu II—IV. Die Lage II b hat sich hier in 2 Lagen gespalten Die proximale, grössere Lage entspringt wie gewöhnlich: sie besteht aus 3 Muskeln, von denen der tibialste sehr schwach ist. Die Sehne dieses Muskels verschmilzt mit der Sehne des Flexor brevis I a für die Zehe III, der zweite Muskel verschmilzt mit der Sehne des Flexor brevis I a für die Zehe IV, der fibularste geht selbständig als Flexor perforatus zu der Zehe V. Die anderen

Flexores breves I b sind 4 kurze, schwache Muskeln, die wie bei *Didelphys* neben den Lumbricales entspringen; sie vereinigen sich mit den 4 Flexor brevis-Sehnen. Nach Glaesmer (1908) entspringen bei *Dasyurus* 2 Flexores breves (I a) von der Plantarissehne; beide nehmen von der Beugesehne kommende Flexores breves (I b auf. Die Sehne des einen Flexor brevis geht zu V, die Sehne des anderen teilt sich und geht zu II und III. Ein von der Beugesehne kommender Flexor brevis (I b) bildet allein die Flexor perforatus-Sehne für die Zehe IV.

Bei den Beuteltieren, wo eine Lage der Flexores breves superficiales in Zusammenhang mit Plantaris stehen, können wir diese Lage ruhig der Lage I a der Saurier gleichstellen; die Flexores breves, die hier von der Beugesehne entspringen um sich mit den von Plantaris entspringenden Muskeln zu vereinigen, repräsentieren hier natürlich die Lage I b [Die Lage II a wird wohl bei den Säugetieren vermisst, denn die Lumbricales repräsentieren wahrscheinlich die Lage II b.] Schwieriger ist es diese Homologisierung zu tun bei den Beuteltieren, die am Fusse einen Flexor sublimis haben. Dass die beiden randständigen Muskeln aus der Lage I a stammen, ist ja klar. Aus welcher Lage aber die Muskeln stammen, die den Flexor sublimis hervorgerufen haben, ist nicht klar. Die Monotremen bringen uns auch keine wesentliche Hilfe zur Lösung dieser Frage. Entweder sind diese, mittleren Flexores breves die ursprünglichen Muskeln, die noch von der Beugesehne entspringen und repräsentieren also die Lage I a und den Hauptteil der Lage I b (kleine Teile der Lage I b entspringen ja bei *Didelphys* neben den Lumbricules; dass sie aber nur *Teile* der Lage I b sind, zeigt uns ja das Verhalten dieser Muskeln bei *Phascologale*) Oder muss annehmen, dass bei den Vorfahren dieren Beuteltiere Plantaris ursprunglich in Verbindung mit einer vollständigen Lage I a in Verbindung stand, und dass die mittleren Muskeln dieser Lage also verkümmert sind; in dem Falle wäre also Flexor sublimis eine Bildung der Lage I b. Ich kann mich jetzt für keine dieser Auffassungen bestimmen.

Bei den meisten Beuteltieren wird der vom Tarsus entspringende Flexor accessorius-Teil (Quadratus plantae) vermisst[1]). Bei *Phascologale. Didelphys* und *Chironectes* (Sidebotham 1885) existiert er dagegen. Bei *Didelphys* entspringt er vom äusseren Prozess des Calcaneus. Sein breiter, platter Muskelbauch liegt zum grössten Teil unter den Muskeln der Zehe V versteckt und geht in eine bedeutend schmälere Sehne über, die mit der Sehne des Flexor fibularis für die Zehe I verschmilzt in einer Weise, dass es bei einer oberflächlichen Betrachtung aussieht, als ob diese Sehne nur von dem Quadratus plantae gebildet wäre. Unrichtiges Zergliedern könnte auch ein solches Bild hervorrufen. Ich halte darum die Beschreibung dieses Muskels von Coues (1872) nicht für richtig.

Der Flexor fibularis (Flexor digitorum profundus) ist bei den Beuteltieren kräftig. Er entsprang bei den von mir untersuchten Arten vom grössten Teil der Fibula und von der den Popliteus deckenden Fascie. Er sendet Sehnen zu allen 5

[1]) Nach Glaesmer (1908) sollte er auch bei *Didelphys* fehlen.

Zehen. Unter allen Beuteltieren verbindet er sich nur bei *Didelphys*, *Chironectes*, *Myrmecobius* (Leche 1888/89) und *Thylacinus* (Cunningham 1882) sowie bei *Phascologale* mit dem Flexor tibialis, der ein Teil des Pronator profundus der tiefer stehenden Tieren ist. Über dieses Verhalten siehe bei Pronator profundus. Coues (1872) hat bei *Didelphys* diese Verbindung der beiden langen Flexoren gefunden, Glaesmer (1908) bei *Didelphys cancrivora* dagegen nicht. Nach Glaesmer (1908) sendet bei *Dasyurus* die Sehne des Flexor tibialis einen Strang zu der Flexor perforatus-Sehne für II.

Bei *Petaurus* und *Trichosurus* habe ich 2 Lumbricales gefunden; sie gingen zu der Tibialseite von IV und V. Bei *Phascolarctos* und *Didelphys* gingen auch Lumbricales zu der Tibialseite von II und III. *Phascologale* hatte 4 Lumbricales; sie inserierten an der Tibialseite von II sowie an den einander zugekehrten Seiten von II und III, III und IV, IV und V.

Bei den Raubtieren ist der Gastrocnemius ein kräftiger zweiköpfiger Muskel, der wie meistenteils bei den höheren Säugern von der hinteren Fläche der Femurkondylen entspringt. Der fibulare Kopf hat jetzt seinen Ursprung zum äusseren Femurkondyl verlegt. Soleus ist noch relativ schwach; er wird vermisst bei den Hyaenidae und Canidae (Windle und Parsons 1898) sowie bei *Proteles* (Watson 1882). Plantaris ist ziemlich kräftig, aber hängt noch in seinem proximalen Teile mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe zusammen. Er geht in die Plantarfascie über, mit Ausnahme von *Hyaena crocuta* (Watson und Young 1872) und *Proteles* (Watson 1882), wo er an Calcaneus endigt. Von der Plantarfascie entspringen in primitiver Weise die Flexores breves superficiales der Lage I a; sie gehen hier, mit wenigen Ausnahmen, als Flexores perforati zu den Zehen II - V. Bei den Hyaenidae und Canidae werden sie vermisst und durch Sehnen der Plantarfascie ersetzt (Windle und Parsons 1898), ebenso bei *Proteles* (Watson 1882). Die Flexores breves superficiales der Lage I b werden hier fast immer gefunden: sie entspringen von der gemeinsamen Beugesehne und vereinigen sich mit den Flexores breves superficiales der Lage I a. Bei *Paradoxurus* habe ich 3 solche Muskeln gefunden (sie gehen zu den Muskeln I a für III—V), bei *Helictis* 2 (III, IV) und bei *Herpestes* 1 (IV). Bei *Felis domestica* [1]), *Felis concolor* [2]) und *Felis lynx* habe ich 3 (III—V) gefunden. *Viverra civetta* (Young 1879) hat 4 (II—V), *Galidia elegans* (Carlsson, Manuskript) 3 (III—V), *Mustela putorius* (Alix 1871) 1 (IV), *Procyon lotor* (Harrison Allen 1882) 3 [3]), *Procyon cancrivorus* (Windle 1889) 2 (II, III), *Canis vulpes* 2 (III, IV) [wenn die Fl. br. sup. der Lage I a vermisst werden, vereinigen sich diese Muskeln mit den jene ersetzenden perforierten Sehnen der Plantarfascie], *Hyaena striata* (Young und Robinson

---

[1]) Strauss Durckheim (1845) hat in seinem bekannten Werke diese 3 Muskeln richtig beschrieben; er nennt sie „Ascaroides“ und hat sie an Pl. X, Fig. 11, n:o 16, 17 und 19 abgebildet. Mivart (1881) beschreibt die für III und IV unter dem Namen „Accessorius“, den äussersten beschreibt er einen als einen Lumbricalis. Reighard und Jennings (1902) beschreiben sie als „the three larger lumbricales“.

[2]) Ich habe an einem *Felis concolor* einige Muskelpartien zergliedert.

[3]) Harrison Allen sagt, dass sie zu der ersten, zweiten in dritten Zehe gehen; er meint wohl zu der zweiten, dritten in vierten, da die erste Zehe ja keinen Muskel der Lage I a besitzt.

1889) 2 (III, IV), *Hyaena crocuta* 3 (2 für II, IV), *Otaria jabata* (Murie 1874) 3 (II—IV). *Trichecus rosmarus* scheint nach einer Figur in Murie's Arbeit solche Muskeln zu besitzen; aber ich kann nicht nach der Figur bestimmen wie viele. Bei *Cerocoleptes caudivolvolus* findet man nach Beswick-Perrin (1871) 4 Muskeln der Lage I b. Hier ist aber der Muskel der Lage I a für V verschwunden, so dass der von der Flexorsehne kommende kurze Flexor allein den Flexor perforatus dieser Zehe bildet.

Die Muskeln der Lage I b werden von Windle und Parsons (1898) nur kurz erwähnt. Sie sagen: »In some cases muscular slips are given off in the sole from the conjoined deep tendons to those of the Flexor brevis: the have already been noticed in *Hyaena striata* as displaced lumbricales».

Da sie aber, wie ich gezeigt habe, einer Muskellage der Reptilien entsprechen und bei ihnen, wie bei den Säugetieren, Licht auf die Entwickelung der Beugemuskulatur beider Extremitäten werfen, sind sie von grosser Bedeutung und verdienen immer genau beschrieben zu werden [1]).

Quadratus plantae wird im allgemeinen bei den Raubtieren gefunden (Windle und Parsons).

Flexor fibularis ist kräftig ausgebildet; er entspringt vom grössten Teile der Fibula, von der Membrana interossea und oft auch vom grössten Teile der Tibia.

Lumbricales sind im allgemeinen 4 (II—V), bei den Hyaenidae, Canidae und meistens bei den Felidae 3. Wenn einer vermisst wird, ist es der tibialste (Windle und Parsons). Unter den von mir untersuchten hatte *Felis* und *Helictis* 3 (III—V), *Paradoxurus* und *Herpestes* 4 (II—V).

Bei den Insectivoren entspringen die Gastrocnemiusköpfe wie gewöhnlich unter den Monodelphia. Bei *Solenodon* existiert eine kräftige Fabella (Dobson 1882—83). Soleus ist kräftig; er entspringt sehnig (*Gymnura Microgale*, *Potamogale*) von Capitulum fibulae sowie bei den Centetidae auch vom proximalen $^1/_3$ der Fibula [2]). Plantaris ist meistens ein selbständiger Muskel, der mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe zusammen entspringt. Bei *Talpa* hängt er doch im proximalen Teile des Unterschenkels, bei *Solenodon* (Dobson) bis zur Mitte der Unterschenkels mit diesem zusammen. Bei den meisten geht seine Sehne in der ursprünglichen Weise in die Plantarfascie über, von welcher die Lage I a der Flexores breves superfiiciales entspringen. Bei *Chrysocloris* endigt Plantaris doch an Calcaneus; die 4 Flexores breves entspringen von der Plantarfascie, die aber hier nicht in Verbindung mit Plantaris steht (Dobson) Von *Myogale* sagt derselbe Verfasser, dass die Plantarisehne »spreads out in the foot, dividing into the five perforated tendons; ich verstehe nicht ganz,

[1]) Leche sagt in Seiner Abhandlung über *Galeopithecus* von diesen Muskeln: »Die Flexores breves digitorum laterales sind als von Flexor digitorum brevis abgelöste Muskelbäuche, welche distalwärts gewandert sind, aufzufassen». Ich kann natürlich nicht dieser Auffassung beistimmen Im Gegenteil ist es der Flexor digitorum brevis (I a) der proximalwärts gewandert ist, die Flexores breves digitorum laterales (I b) die an ihrer ursprüngligen Ursprungsstelle geblieben sind.

[2]) Bei den Talpiden entspringt er von den einander begegnenden Prozessen des Tibia- und Fibulakopfes.

ob der Verfasser hiermit die Flexores breves meint, oder ob diese vermisst werden. Von der Abbildung (Tl. XVIII, fig. 11) bekommt man mehr den Eindruck von Sehnen. Die Muskeln der Lage I b wurden bei den von mir untersuchten Formen vermisst.

Bei *Erinaceus*[1]) und *Centetes* entspringen 4 Flexores breves (II—V) von der Plantarissehne. Bei den übrigen Centetiden verhalten sich diese Muskeln wie bei *Centetes*, nur existiert der fibularste dieser Muskeln nicht bei *Gymnura* (DOBSON)[2]). Bei *Potamogale* sollen die Flexores breves nicht nur von Plantaris sondern auch etwas von Calcaneus entspringen. Bei *Talpa* werden sie vermisst.

Centetes besitzt einen kräftigen Quadratus plantae; dasselbe ist das Verhalten bei den anderen *Centetiden* (DOBSON). Bei *Erinaceus* und *Talpa* wird es vermisst. Ebenso nach DOBSON bei *Solenodon*. Bei *Chrysocloris* wird er von einem Sehnenbande repräsentiert. DOBSON sagt nicht, ob er bei den anderen von ihm untersuchten Insectivoren existiert.

Flexor fibularis entspringt bei *Centetes* von den freien Teilen der Unterschenkelknochen, bei *Erinaceus* auch etwas vom gemeinsamen Knochen. Bei *Talpa* sind die Sehnen des Flexor fibularis und Flexor tibialis, mit Ausnahme von ihren proximalsten Teilen, sehr innig mit einander verschmolzen.

Centetes hat 4 Lumbricales, *Talpa* und *Erinaceus* keine.

Bei *Galeopithecus* werden nach LECHE (1886) Plantaris und Soleus vermisst; Gastrocnemius zeigt das gewöhnliche Verhalten. Die Muskeln der Lage I b (von LECHE Flexores digitorum breves laterales genannt) entspringen von der Sehne des Flexor tibialis; sie vereinigen sich mit den 4 Muskeln der Lage I a die hier von Calcaneus entspringen. Quadratus plantae ist vorhanden. 4 Lumbricales sind vorhanden.

Bei den Chiroptera ist Gastrocnemius schwach, fast immer zweiköpfig. Der äussere Kopf entspringt bei *Phyllostoma* auch vom proximalsten Teile des Flexor fibularis. Soleus und Plantaris werden vermisst. Flexor fibularis entspringt bei den von mir untersuchten Arten von der Basis der Tibia und von etwas mehr als der proximalen $^1/_2$ (*Pteropus*) oder von fast dem ganzen Unterschenkel (d. i. von dem den proximalen Teil der Fibula ersetzenden Ligamente und der Fibula), sowie bei *Vesperugo* etwas von Peroneo-tibialis und bei *Phyllostoma* von Tibialis posticus. Quadratus plantae wird vermisst[3]). Doch existiert nach *Macalister* (1872) ein Rudiment bei *Megaderma*. Flexores breves superficiales der Lage I a entspringen von Calcaneus und gehen zu den Zehen II—V (nach *Maisonneuve* (1878) bei *Vespertilio* nur zu II—IV); die Lage I b wird vermisst. Nach *Macalister* existieren 8 Lumbricales die von den Sehnen beider Flexoren entspringen. Bei *Pteropus* und

[1]) Nach DOBSONS eigenhändiger Korrigierung in dem Stockholmer Exemplare seines Werkes nur 3 (II—IV). Ich habe doch an beiden Füssen der von mir untersuchten Exemplare von *Erinaceus europaeus* 4 gefunden.

[2]) Nach DOBSON's eigenhändiger Korrigierung.

[3]) An einem Fusse von *Pteropus* habe ich ein schwaches Rudiment dieses Muskels gefunden.

Phyllostoma sah i 4 Lumbricales, die aber zwei Insertionspunkte hatten; sie inserierten: an den gegen einander gekebrten Seiten von I und II, II und III, III und IV, IV und V. Nach *Maisonneuve* hat *Vespertilio* 7 Lumbricales, 1 für II und je 2 für III—V.

Von den Edentaten habe ich nur *Dasypus sexcinctus* untersucht. Bei ihm entspringen die Gastrocnemiusköpfe in gewohnter Weise. Im distalen Teile des Unterschenkels inseriert (ein ähnliches Verhalten existierte bei *Ornithorhynchus*) ein relativ unbedeutender Teil des inneren Kopfes auf der Sehne des äusseren Kopfes. Distal von dieser Stelle hängen die Sehnen der beiden Köpfe mit einander zusammen. Plantaris emanzipiert sich im proximalen Teile des Unterschenkels vom äusseren Gastrocnemiuskopfe. Soleus entspringt kräftig von Capitulum fibulae sowie von der distalen $^1/_2$ der Fibula (nur am distalen Ende entspringt er direkt vom Knochen sonst durch Vermittlung einer Fascie; dieser Ursprung trägt also deutlich einen sekundären Charakter). Er inseriert an Calcaneus. Die Plantarissehne geht zur Planta pedis, wo sie ohne Vermittelung von Muskeln perforierte Sehnen bildet. Flexores breves superficiales der Lagen I a und b werden vermisst. Von Lumbricales existieren 4 [1]) Stück, von denen die 3 doppelt sind; sie gehen: 1) zu den Zehen I und II, 2) zu den Zehen II und III 3) zu der Zehe IV 4) zu den Zehen IV und V. Flexor fibularis entspringt von der ganzen Fibula und Tibia, mit Ausnahme der distalen Enden, sowie von der Membrana interossea.

Nach Parsons (1899) vereinigen sich bei den Bradypodidae die beiden Gastrocnemiusköpfe nicht. Soleus scheint bei den Edentaten an Calcaneus zu inserieren. Bei den Bradypodidae, *Myrmecophaga*, *Clamydophorus* und *Orycteropus* verhält sich Plantaris in seiner Insertion wie bei *Dasypus*. Bei *Tamandua* und den Manidae fehlt er.

Flexores breves werden bei den Dasypodidae und Orycteropidae vermisst. Bei den Bradypodidae, Myrmecophagidae und Manidae existieren solche aus der Lage I a; sie entspringen von Calcaneus.

Quadratus plantae existiert bei den Bradypodidae, Myrmecophagidae und Manidae; bei den Dasypodidae und Orycteropidae wird er vermisst. *Tamandua* und *Cyclothurus* haben 3 Lumbricales, *Myrmecophaga* 4, Dasypodidae wenigstens 4, Manidae 3, Orycteropidae 4. Bei den Bradypodidae werden sie vermisst.

Bei *Sciurus* ist der Gastrocnemius ein sehr kräftiger Muskel, der in gewohnter Weise entspringt. Soleus ist hier schwach; er entspringt von Capitulum fibulae und verschmilzt im distalen Teile des Unterschenkels mit dem fleischigen Teile des äusseren Gastrocnemiuskopfes. Plantaris, der ein kräftiger Muskel ist, entspringt neben dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist in seinem proximalen Teile mit ihm verwachsen. Die Flexores breves der Lage I a werden hier vermisst und durch 4 perforierte Sehnen (II—V) des Plantaris ersetzt. Von der Sehne des Flexor fibularis entspringen 3 Muskeln der Lage I b (III—V), die sich mit den Endsehnen des

[1]) Nach Galton (1869) hat *Dasypus sexcinctus* 7 Lumbricales.

Plantaris vereinigen. Ein kleiner Quadratus plantae ist vorhanden. Flexor fibularis entspringt von fast der ganzen Fibula, von etwas mehr als der proximalen $^1/_2$ der Tibia und von der Membrana interossea.

Bei *Hystrix* verhält sich Gastrocnemius in gewohnter Weise. Soleus entspringt mittels kurzer Sehne von Capitulum fibulae; er ist hier sehr kräftig. Plantaris entspringt neben dem äusseren Gastrocnemiuskopfe. Es existieren 3 Flexores breves der Lage I a (III—V), die von der Plantarissehne entspringen. Flexor fibularis entspringt von den freien Teilen des Tibia- und Fibulaschaftes.

Nach PARSONS (1894) verhalten sich diese Muskeln bei der Sciuromorpha und Hystricomorpha im ganzen wie bei *Sciurus*. Leider erwähnt er nicht der Flexores breves der Lage I b. Nach ihm existieren bei *Castor* Flexores breves der Lage I a.

Bei *Cynomys ludovicianus* entspringt der Gastrocnemius in gewohnter Weise; der äussere Kopf sendet einen kleinen Teil zur Mitte der äusseren Kante des inneren Kopfes und verschmilzt in der Nähe des Calcaneus mit dem inneren Kopfe. Der kräftige Plantaris entspringt mit dem äusseren Kopfe, ist eine Strecke mit ihm verwachsen und endigt mittels 4 perforierten Sehnen, die zu den Zehen II—V gehen. Die Flexores breves der Lage I a werden also hier vermisst. Es existieren 2 kleine Flexores breves der Lage I b die von der Sehne des Flexor fibularis entspringen und zu den Sehnen des Plantaris für III und IV gehen. Quadratus plantae ist vorhanden. Flexor fibularis entspringt von den ganzen Tibia- und Fibulaschaften und von der Membrana interossea.

Bei *Mus decumanus* ist der äussere Gastrocnemiuskopf relativ bedeutend grösser und verschmilzt erst in der Mitte des Unterschenkels mit dem inneren. Soleus ist relativ schwach. Plantaris entspringt mit und neben dem äusseren Gastrocnemiuskopf, ist eine kleine Strecke mit ihm verwachsen und inseriert wie bei *Cynomys*. Dieselben Flexores breves der Lage I b wie bei *Cynomys* sind vorhanden, die der Lage I a werden vermisst. Flexor fibularis entspringt von dem ganzen freien Teil der Fibula und fast von dem ganzen freien Teil der Tibia sowie von der Membrana interossea. Ein sehr schwacher Quadratus plantae ist vorhanden. Nach PARSONS (1896) findet man bei den meisten Myomorpha Flexores breves der Lage I a. Sonst verhalten sich die Muskeln wie bei *Cynomys* und *Mus*.

Bei *Cavia* sind die Gastrocnemiusköpfe kräftig. Soleus inseriert sehnig an Calcaneus. Plantaris entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist eine kleine Strecke mit ihm verwachsen. Es geht in die kräftige Plantarissehne über und endigt mittels perforierten Sehnen. Flexor fibularis entspringt von den proximalen $^2/_3$ der Fibula und von einer etwas kürzeren Strecke der Tibia. Flexores breves werden vermisst, ebenso Quadratus plantae.

Bei *Lepus* ist der innere Gastrocnemiuskopf relativ schwach. Plantaris entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist nur am Ursprunge mit ihm verwachsen. Der fleischige Teil des äusseren Gastrocnemiuskopfes reicht nur bis zur Mitte des Unterschenkels, der des inneren ein Stück weiter Plantaris geht in die kräftige Plantarissehne über, die mittels 4 kräftigen, perforierten Sehnen endigt.

Flexores breves werden vermisst, ebenso Quadratus plantae. Fl. fibularis entspringt von dem prox. $^1/_3$ des Unterschenkels, Fl. tibialis unter ihm von einer Strecke der in Mitte des Unterschenkels. Am Tarsus verschmelzen die Sehnen innig.

Sciurus, Hystrix, Mus und *Cynomys* besitzen 4 Lumbricales (II—V), *Lepus* 3 (III—V) und *Cavia* nur einen (IV). Nach PARSONS (1894) haben alle Sciuromorpha und Hystricomorpha mit 5 Zehen 4 Lumbricales. *Coelogenys* hat 3. Die mit 3 Zehen haben 2. Die meisten Myrmecomorpha haben 4.

Bei *Hyrax* entspringt der Gastrocnemius wie gewöhnlich. Plantaris entspringt aus derselben Ursprungssehne wie der schwächere, äussere Gastrocnemiuskopf, sonst ist er selbständig; von der Plantarissehne entspringen 3 Flexores breves der Lage I a die zu den drei Zehen gehen. Die Lage I b wird vermisst. Soleus ist ziemlich kräftig. Flexor fibularis entspringt von fast der ganzen Fibula, von dem distalen Teil der Tibia und von der Membrana interossea. Quadratus plantae wird vermisst. 2 Lumbricales (III, IV) existieren.

Bei *Lemur mongoz* entspringt Gastrocnemius in gewöhnlicher Weise; die beiden Köpfe sind ungefähr gleich gross und vereinigen sich schon im proximalen Teil des Unterschenkels. Soleus ist relativ schmal und vereinigt sich schon in der Mitte des Unterschenkels mit dem äusseren Kopfe. Plantaris entspringt mit dem äusseren Kopfe zusammen und ist ein Stück mit ihm verwachsen; er geht in die Plantarissehne über. Von dieser Sehne entspringen 2 Muskeln, nämlich der Flexor brevis für II, (seine Sehne sendet einen Zipfel zu der Sehne des Flexor brevis für III) sowie ein Muskel, der sich mit dem Abductor hallucis vereinigt und den wir wohl für einen Abkömmling eines Flexor brevis superficialis halten müssen. Drei Flexores breves (III—V), die also die Lage I b repräsentieren, entspringen von der Sehne des Flexor tibialis, wozu sie natürlich von der Sehne des Flexor fibularis übergewandert sind. Flexor fibularis entspringt vom grössten Teile der Fibula und von der Membrana interossea. Quadratus plantae wird vermisst; dasselbe scheint bei allen Prosimiern der Fall zu sein. Lumbricales sind 4 (II—V).

Bei *Lepilemur* findet man im ganzen dieselben Verhältnisse; doch vereinigen sich hier die Gastrocnemiusköpfe erst etwas distaler.

Bei *Tarsius*[1]) sind die fleischigen Teile von Gastrocnemius, Soleus und Plantaris relativ kurz. Von der Plantarissehne entspringt einer der Halluxmuskeln [2]); ein anderer Halluxmuskel entspringt teilweise davon. Die 3 äusseren Flexores breves entspringen wie bei *Lemur*. Der innere Flexor brevis existiert nur als eine Sehne der Plantarfascie. 4 Lumbricales (II—V) sind vorhanden. Quadratus plantae wird vermisst.

Bei den meisten Halbaffen entspringen die Flexores breves wie bei *Lemur* (MURIE und MIVART [1866], MILNE-EDWARDS und GRANDIDIER [1875], OUDEMANS [1890]. Nach CAMPEN und v. D. HOEVEN (1839) fehlt bei *Periodicticus potto* Plantaris und damit auch Flexor brevis für II. Bei *Stenops* sollen nach SHRÖDER v. D. KOLK

[1]) BURMEISTER (1846) nennt den Flexor fibularis: Flexor digitorum communis longus.
[2]) BURMEISTER nennt ihn: Flexor brevis hallucis superficialis.

und Vrolik (1844) alle 4 Flexores breves von der Sehne des Flexor tibialis entspringen. Nach Murie und Mivart (1865) hat *Nycticebus* nur 2 Flexores breves (IV, V).

Bei *Nycticebus* ist nach Loth (1908) Plantaris reduziert und seine Sehne geht nicht in die Plantarfascie über. Nach demselben Verfasser inseriert Plantaris bei *Lemur brunneus* und *varius* etwas auf Calcaneus. Nach Mivart und Murie (1865) wird Plantaris bei *Nycticebus* vermisst. Nach Kingma (1855) wird er auch bei *Otolicnus Peli* vermisst.

Nach Murie und Mivart (1866) existieren bei den Lemuroiden 4 Lumbricales (II—IV); *Nycticebus* hat aber nur 3 (III—V). *Periodicticus* hat 3 (III—V) [Campen und v. d. Hoeven].

Bei den Indrisinae (Milne-Edwards und Grandidier, 1875) gehen Lumbricales zu II—IV und zuweilen auch zu V, Nach Vrolik (1844) hat *Stenops* 4 Lumbricales.

Bei *Hapale jacchus* entspringt der Gastrocnemius wie gewöhnlich; die beiden Köpfe bleiben fleischig bis zu etwas weiter distal denn der Mitte des Unterschenkels, wo sie in eine kräftige, gemeinsame Sehne übergehen. Soleus entspringt wie gewöhnlich und inseriert an der ganzen Gastrocnemiussehne sowie etwas an Calcaneus. Plantaris entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist im ersten $^1/_3$ des Unterschenkels mit ihm verwachsen; er geht in die Plantarfascie über. Von dieser sowie vom Calcaneus entspringt Flexor brevis für II sowie ein Teil des Flexor brevis für III (bei *Lemur* sahen wir ja, dass die beiden Muskeln verbunden waren, obgleich sie nicht denselben Ursprung hatten). Die 3 anderen Flexores breves (III—V entspringen von der Sehne des Flexor tibialis.

Quadratus plantae existiert.

Lumbricales sind 4 vorhanden (II—V).

Bei *Cebus* verschmelzen die Köpfe des Gastrocnemius schon im proximalen Teile des Unterschenkels. Durch die ersten $^2/_3$ des Unterschenkels bleibt der Muskel fleischig. Soleus ist sehr kräftig, entspringt wie gewöhnlich, aber inseriert an dem ganzen Gastrocnemius mit Ausnahme von kaum dem ersten $^1/_3$. Plantaris ist schwach, entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist eine kleine Strecke mit ihm verwachsen; sein muskulöser Teil ist relativ kurz. Nach Loth (1908) ist Plantaris im allgemeinen bei den Platyrrhinen schwach. Er geht hauptsächlich in die Plantarfascie über. Von der Plantarfascie entspringt der Hauptteil des Abductor hallucis sowie der Flexor brevis für II. Die 3 anderen Flexores breves (III—V) entspringen von der Sehne des Flexor tibialis. Quadratus plantae wird vermisst. Lumbricales sind 4 vorhanden (II—V).

Bei *Ateles* verschmelzen die Gastrocnemiusköpfe im proximalen Teile des Unterschenkels. Durch die ersten $^2/_3$ des Unterschenkels bleibt der Muskel fleischig. Soleus ist schwach und entspringt mittels einer langen Sehne vom Capitulum fibulae; etwas distal von der Mitte des Unterschenkels vereinigt er sich mit dem Gastrocnemius. Plantaris ist schwach und kurz, entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist in der $^1/_2$ seiner Länge mit ihm verwachsen. Er geht hauptsächlich in die Plantarfascie über. Von der Plantarfascie entspringt der Hauptteil des

Abductor hallucis sowie der Flexor brevis für II. Die 3 anderen entspringen von der Sehne des Flexor tibialis. (Der für III auch etwas von Fl. fib.). Quadratus plantae ist vorhanden. 4 Lumbricales (II—V) existieren.

Bei *Cynocephalus babuin* ist der äussere Gastrocnemiuskopf kräftiger denn der innere. Die beiden Köpfe verschmelzen in der Mitte des Unterschenkels. Soleus entspringt mittels sehr kurzer Sehne von Capitulum fibulae. Am Calcaneus verschmilzt seine Sehne mit der Gastrocnemiussehne. Plantaris ist relativ kräftig; er entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist im proximalen $^1/_5$ des Unterschenkels mit ihm verwachsen. Er geht hauptsächlich in die Plantarfascie über. Flexor brevis II, sowie der Hauptteil des Flexor brevis III entspringen von der Plantarfascie; die übrigen Flexores breves entspringen von den Beugesehnen. Abductor hallucis entspringt zum grössten Teil von der Plantarfascie. Quadratus plantae ist besonders kräftig. Nur 3 Lumbricales existieren (der tibialste wird vermisst).

Bei *Macacus* entspringt der Gastrocnemius mit 2 gleich grossen Köpfen in gewöhnlicher Weise. Etwas proximal von der Mitte des Unterschenkels fangen sie an zu verwachsen. Der innere Kopf ist muskulös bis zur Mitte des Unterschenkels, der äussere noch ein Stück weiter. Soleus entspringt von Capitulum fibulae und vereinigt sich im distalen $^1/_8$ der Unterschenkels mit der Gastrocnemiussehne. Plantaris ist schwach, entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist eine kleine Strecke mit ihm verwacshen; er geht hauptsächlich in die Plantarfascie über. Flexor brevis für II sowie ein Teil des Abductor hallucis entspringen von der Plantarfascie. Quadratus plantae ist ziemlich kräftig entwickelt. Lumbricales sind 4 vorhanden (II—V).

Bei *Cercocebus* sind die Gastrocnemiusköpfe von ungefähr derselben Grösse; sie vereinigen sich proximal von der Mitte des Unterschenkels. Soleus vereinigt sich im distalsten Teil des Unterschenkels mit der Gastrocnemiussehne. Plantaris ist gut entwickelt, entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe aber ist nur eine ganz kleine Strecke mit ihm verwachsen; er geht hauptsächlich in die Plantarfascie über. Flexor brevis für II entspringt von der Plantarfascie [1]), die übrigen Flexores breves von den Beugesehnen. Abductor hallucis entspringt auch etwas von der Plantarfascie. Quadratus plantae ist vorhanden [2]). 4 Lumbricales existieren.

Bei *Inuus* ist der äussere Gastrocnemiuskopf unbedeutend grösser denn der innere; sie vereinigen sich ungefähr in der Mitte des Unterschenkels. Soleus vereinigt sich in der Nähe von Calcaneus mit der Gastrocnemiussehne. Plantaris ist relativ schwach, entspringt mit dem äusseren Gastrocnemiuskopfe und ist eine kleine Strecke mit ihm verwachsen; er geht hauptsächlich in die Plantarfascie über. Flexor brevis für II und ein Teil des Fl. br: III entspringen von der Plantarfascie, die übrigen Flexores breves von der Sehne des Flexor tibialis und ein wenig von der Sehne des Flexor fibularis. Abductor hallucis entspringt auch etwas von der Plantarfascie. Quadratus plantae ist vorhanden. Nur 3 Lumbricales (III—V) existieren.

[1]) Dies ist auch bei *Cercopithecus sabaeus* der Fall.

[2]) Ein kräftiger Quadratus plantae existiert bei *Cercopithecus sabaeus*.

Nach LOTH (1908) inseriert Plantaris bei den Cercopithecinae auch kräftig an Calcaneus, bei den Semnopithecinae aber nicht.

Bei den meisten Affen verhalten sich die Flexores breves in einer ähnlichen Weise, indem die drei äusseren von der Sehne des Flexor tibialis entspringen. HAUGHTON (1866) hat dies bei *Macacus* gefunden, DOBSON (1883) bei *Cercopithecus callitrichus*, CHAMPNEYS (1872) bei *Cynocephalus anubis*, ROTSCHUH (1888) bei *Cynocephalus sphinx* und *Cercopithecus*. PAGENSTECHER (1867) beschreibt dasselbe Verhalten bei *Mandrilla leucophaea*, BISCHOFF (1870) bei *Cercopithecus* und *Macacus;* nach ihm entspringt bei *Cynocephalus* der Fl. br. für III ähnlich wie der für II.

Nach SOMMER (1906) hat Soleus bei den Anthropoiden im allgemeinen nur einen fibularen Ursprung, aber bei einzelnen Individuen hat sich ein Tibialursprung bereits angebahnt. Bei *Gorilla* und *Hylobates* ist Plantaris vollständig verschwunden; beim *Orang* wurde er einmal gefunden (er ging in die Plantarfascie über). Beim *Schimpansen* fehlt er in 43 % der Fälle. Zuweilen geht ein Teil der Sehne in die Plantarfascie über (LOTH 1908). Die Flexores breves verhalten sich bei *Hylobates* wie bei den meisten Affen, indem der Flexor brevis für II (zuweilen auch der für III) von Calcaneus und der Plantarfascie entspringt, die anderen aber von der Flexor tibialis-Sehne. Bei *Hylobates leuciscus* (KOHLBRÜGGE 1891/92) bekam der Flexor brevis für II eine Verstärkung von einem Muskel, der von der Sehne des Flexor tibialis kam. Beim *Schimpansen* entspringen die Flexores breves für II und III von Calcaneus, bei *Gorilla* auch der für IV, beim *Orang* oft der für IV und zuweilen der für V. Zuweilen fehlt der Muskel für V. Zuweilen kommt der für III sowohl von Calcaneus als von der Sehne. Quadratus plantae scheint im allgemeinen bei den Anthropoiden vermisst zu werden (SOMMER).

Als das primitivere Verhalten für die Lagen I a und I b der Flexores breves superficiales der Säugetiere (hier können wir ja die in dieser Beziehung hoch spezialisierten Marsupialia nicht berücksichtigen) müssen wir ein Stadium voraussetzen, wo Muskeln der Lage I a für sämmtliche Zehen von der Plantarissehne entsprangen, von der Beugesehne kommende Muskeln der Lage I b für die Zehen II—V empfangend. Einem solchen Stadium stehen ja die Verhältnisse bei einigen Raubtieren und Nagern in gewisser Beziehungen eigentlich nicht fern. Durch Verkümmerung der Muskel der Lage I b für I und II und die Muskeln der Lage I a für III (zuweilen) und IV sowie durch unvollständige Überwanderung der randständigen Muskeln der Lage I a zum Tarsus hat sich das Verhalten der Halbaffen und meisten Affen hieraus entwickelt.

Unter den Halbaffen finden wir also das Verhalten der Flexores breves, dass der für II von der Plantarfascie entspringt, die 3 anderen von der Sehne des Flexor tibialis; die Sehne des Fl. br. für II sandte eine Verstärkung zu der Sehne des Fl. br. für III. Bei den meisten Affen hatte sich dieses Verhalten in der Weise weitergebildet, dass der Fl. br. für II, sowie ein Teil des Fl. br. für III von der Plantarfascie und Calcaneus entspringen. Unter den Anthropoiden wird dieser Prozess fortgesetzt, bis beim Menschen alle Flexores breves von Cal caneus entspringen. Dieser Entwicklungsprozess ist sehr schwierig zu verstehen,

denn es scheint nicht möglich eine Wanderung der Flexores breves von der Flexorsehne zu der Plantarfascie und Calcaneus anzunehmen; denn die Flexores breves die von diesen Stellen entspringen gehören ja der Lage I a, die, die von der Flexorsehne entspringen, dagegen der Lage I b. Vielleicht könnte eine embryologische Untersuchung Licht auf dieses schwierige — wahrscheinlich auch für die Stammesgeschichte interessante — Problem werfen.

An der Hand sahen wir, wie die Flexores breves superficiales bei den Reptilien proximalwärts wanderten und eine Spaltung des Flexor primordialis communis hervorriefen. Dieselbe Entwicklung lag als Grund für das Verhalten bei den Säugetieren. Hier hatten sich aber mit den Flexores breves zusammen 2 Muskeln abgespalten: Palmaris longus und Flexor digitorum sublimis, dieser mit mittleren Flexores breves zusammen, jener mit randständigen. Allmählich wurde aber der Zusammenhang zwischen Palmaris longus und den randständigen Flexores breves gelöst.

An der hinteren Extremität der Reptilien finden wir einen ähnlichen Vorgang. Auch bei den Säugetieren emanzipiert sich ein Muskel (der primitive äussere Gastrocnemius), mit Teilen der Flexores breves superficiales zusammen, aus dem Flexor primordialis communis. Am Beine mehrerer Marsupialier wiederholt sich in ziemlich getreuer Weise das Verhalten am Arme. Ein Teil des primitiven äusseren Gastrocnemius — der Plantaris, der die, der Palmarfascie entsprechenden, Plantarfascie bildet — steht mit randständigen Flexores breves in Verbindung; die mittleren Flexores breves haben den Ursprung zu einem Flexor sublimis gebildet. Bei den Monodelphia finden wir aber andere Verhältnisse. Hier standen ursprünglich Flexores breves für sämmtliche Zehen in Verbindung mit Plantaris. Die beiden randständigen verlegen bald ihren Ursprung zu Tarsus. Doch findet man zuweilen — wie z. B. bei dem Abductor hallucis der Affen — Verhältnisse die den ursprünglichen Zusammenhang der randständigen Flexores breves (Abductor hallucis, Abductor digiti quinti) mit der Plantarissehne demonstrieren.

Von den randständigen Teilen der Flexores breves superficiales findet man bei *Ornithorhynchus* mit Sicherheit nur den für V repräsentiert. Er besteht hier aus 2 Teilen, die beide von Calcaneus entspringen. Der oberflächlichste Teil, der grosse Ähnlichkeit mit den Flexores perforati für II—IV hat, inseriert an der Basis der beiden ersten Phalangen, der untere, sehr kräftige Teil inseriert proximal und distal an Metatarsale V. Bei *Echidna* findet man nur eine einheitliche Masse die am Distalende des Metatarsale V und an den Phalangen 1 und 2 inseriert[1]). Westling (1889) beschreibt diesen Muskel als einen Contrahens aber sagt, dass er vielleicht einen Flexor oder Abductor dig. V, oder beide enthält.

Ob der am weitesten nach innen liegende Muskel, der bei den Monotremata schwach ist, und der im allgemeinen Abductor hallucis genannt wird, aus dieser Lage stammt, ist wohl schwierig zu sagen.

Bei *Trichosurus* findet man Verhältnisse, die den Ursprung der Zehenabductoren von einer oberflächlicheren, mit Plantaris in Verbindung stehenden, Lage de-

[1]) Er war bei meinem Exemplare bedeutend kräftiger als an der Zeichnung Cunningham's (1882

monstrieren. Der Abductor hallucis entspringt von dem Plantarknorpel um an der Grundphalanx des Hallux zu inserieren. Der Abductor digiti V ist schon zum grössten Teil zu Calcaneus übergewandert; er besteht aus 2 Muskeln, die an der Basis der Grundphalanx von V und an der Basis des Metatarsale V inserieren. Doch entspringt ein Muskelteil, der zu derselben Zehe geht vom Plantarknorpel; er inseriert hauptsächlich an der Grundphalanx aber auch am Metatarsale und scheint auf dem Wege zu sein sich in 2 Muskeln zu differentiieren. Bei *Phascolarctos* finden wir dasselbe Verhalten; nur inseriert der vom Knorpel zur Zehe V gehende Muskel nicht am Metatarsale V sondern längs der ganzen Grundphalanx dieser Zehe. Bei *Didelphys* finden wir die beiden von Calcaneus zu V gehende Muskeln wieder; von der Plantarfascie entspringt ein Muskel, der längs der ganzen Grundphalanx der Zehe V inseriert. Der Abductor hallucis hat aber hier die Plantarfascie verlassen und entspringt von der tibialen Seite des Tarsus sowie von dem tibialen accessorischen Stück. Bei *Petaurus* sind die Verhältnisse noch altertümlicher, indem der zur Grundphalanx gehende Teil des Abductor digiti V von der Plantarissehne entspringt und eine von Calcaneus kommende Sehne aufnimmt; von ihm geht eine Sehne zu dem von dem Plantarknorpel entspringende Muskel für V (der nur an der Basis der Grundphalanx inseriert). Der Abductor hallucis entspringt vom Plantarknorpel. Bei *Phascologale* entspringen beide Teile des Abductor digiti V von Calcaneus; der innere Muskel für V ist dobbelt und entspringt von den oberflächlichen und tieferen Teilen der Plantarfascie um an der Basis des Metatarsale V zu inserieren. Abductor hallucis entspringt wie bei *Didelphys.*

Bei *Cuscus* entspringt nach Cunningham (1882) Abductor dig. V von Calcaneus, aber Abductor hallucis von dem Plantarknorpel und einem über Naviculare liegenden Sesamstück.

In der Litteratur über die Muskulatur der Monodelphia findet man leider meistens zu knappe Angaben über diese beiden Muskeln.

Abductor digiti V besteht bei den Raubtieren (Windle und Parsons 1898) meistens nur aus dem zu dem Metatarsale gehenden Teil. Bei *Herpestes* und *Helictis* fand ich nur diesen, bei *Felis* und *Paradoxurus* auch den zu V^1 gehenden Teil.

Bei *Erinaceus* und *Centetes* habe ich nur den Teil für Met. V gefunden.

Unter dem Nagern geht der Muskel zuweilen zu sowohl Metatarsale V als V^1, wahrscheinlich meistens nur zu V^1 (Parsons). Bei *Sciurus* und *Cynomys* existieren beide Teile, bei *Mus* und *Hystrix* nur der Teil für Met. V. Bei *Lepus* existiert wahrscheinlich der Teil für V^1; doch ist er hier sehr intim mit dem Flexor brevis profundus für V verwachsen. Nach Cunningham (1882) findet man beide Teile bei *Trichecus, Myrmecophaga* und *Dasypus*, bei *Castor* nur den Teil für V^1, bei *Coelogenys* und *Pteropus* nur den für Metatarsale V. Bei den *Chiroptera* findet man beide Teile (Macalistor 1872).

Bei *Lemur* und *Lepilemur* existieren beide Teile. Bei *Tarsius* existieren beide Teile und sind hier natürlich sehr in die Länge gezogen; der für V^1 inseriert mittels langer Sehne.

Bei *Hapale*, *Cebus* und *Ateles* existiert nur der Teil für V^1.

Bei den Affen existiert nach CUNNINGHAM oft auch der Teil, der zu Metatarsale V geht, doch kann man ihn nicht immer von dem Hauptteil trennen. Bei ***Macacus*** und ***Inuus*** sah ich den Muskel zu beiden Stellen gehen, bei ***Cynocephalus*** dagegen nur zu V[1]. Nach SOMMER (1906) teilt sich der Muskel bei *Gorilla* in 2 Köpfe, von denen der eine an dem Tuberositas des Metatarsale V inseriert. HEPBURN (1892) hat dies Verhalten auch beim ***Schimpansen*** gesehen. Bei ***Thylacinus*** und ***Dasyurus*** bekommt der Abductor dig. V eine von Metatarsale V kommende Verstärkung (CUNNINGHAM). Von dieser Verstärkung, die bekanntlich auch beim Menschen existiert, habe ich nichts in der Litteratur gesehen.

Eine altertümliche Ursprungsweise des Abductor hallucis finden wir nach CUNNINGHAM bei ***Trichecus***, wo er von einem über dem Entocuneiforme liegenden Sesamstück entspringt sowie bei ***Myrmecophaga***, wo er von dem Plantarknorpel entspringt.

Bei den von mir untersuchten Halbaffen[1]) und Affen hatte sich die ursprüngliche Insertionsart teilweise erhalten; der Abductor hallucis entsprang hier teilweise von der Plantarfascie.

Bei ***Tarsius*** hatte er sich in 2 Teile gespalten; der eine entspringt in fast der ganzen Länge des Tarsus von der inneren Kante der Plantarissehne[2]); seine Sehne vereinigt sich mit dem oberflächlichen Kopfe des nächsten Teiles. Dieser andere, kürzere und dickere Teil entspringt mit einem Kopfe[3]) von der Plantarissehne und mit einem anderen Kopfe[4]) mittels kurzer Sehne vom Distalende des verlängerten Naviculare. Die Köpfe verschmelzen bald; der gemeinsame Muskel inseriert an der Basis von I[1].

Urodela.

Pronator profundus

Fig. 2.

HOFFMANN's Femoro-fibulae-metatarsi I, II, III.

Mit dem Flexor accessorius medialis zusammen HUMPHRY's Pronator pedis.

PERRIN's Rotateur direct du pied.

EISLER's Fibulotibialis + Fibuloplantaris.

Mit dem Flexor primordialis communis und den Flexores accessorii zusammen OSAWA's Flexor digitorum sublimis.

Mc MURRICH's Plantaris profundus I.

Wenn man den Flexor primordialis communis mit den Flexores accessorii und das Caput longum musculorum contrahentium entfernt hat, findet man, wie am Arme, einen kräftigen, den Unterschenkel deckenden Muskel. Er entspringt von den distalen $^2/_3$ der Fibula und von Fibulare (Fibulare-Intermedium), bei ***Salamandra*** auch von Centrale und etwas von Tarsale II, bei *Siredon* auch von Centrale,

[1]) Bei *Galago* entspringt er vom Sesamknöchelchen am proximalen Hallux-Ende.

[2]) Dies ist BURMEISTER's Flexor brevis hallucis superficialis.

[3]) Vielleicht ist es dieser Kopf, den BURMEISTER als Flexor brevis digiti secundi beschreibt; es entspringt nämlich kein Muskel für II von der Aponeurose.

[4]) Wahrscheinlich BURMEISTER's Abductor hallucis.

Intermedium und Tarsale III, bei *Menopoma* auch von Centrale und den Tarsalia II und III.

Er inseriert bei *Salamandra* an Tibiale, Tarsale I und an der Basis des Metatarsale I, bei *Siredon* am Distalende der Tibia, Tibiale, Tarsale II und an der Basis des Metatarsale I, bei *Menopoma* an Tibale, Tarsale II und an der Basis des Metatarsale I, bei *Necturus* an Tibiale, Tarsale II und an der Basisdes Metatarsale II.

Der Teil der bei *Siredon* an der Tibia inseriert, ist etwas von dem anderen Teil getrennt.

Es ist wohl ein proximaler Teil des Muskels, den Fürst (1903) als Pars propria des Popliteus beschreibt.

Interosseus cruris.

Hoffmann:s Fibulae-tibialis.
Humphry's Pronator tibiae.
Perrin's Interosseux de la jambe.
Eisler's Interosseus cruris.
Osawa's M. pronator tibiae.
Ein Teil von Mc Murrich's Interosseus.

Dorsal von Pronator profundus liegt bei allen, wie am Arme, ein Interosseus, der aber hier durchaus selbständig ist. Er entspringt von dem ganzen Spatiumsteil der Fibula um an dem grössten (distalen) Spatiumsteil der Tibia zu inserieren.

Dieser Muskel entspricht Fürst's Pars interossea des Popliteus.

Anura.

Pronator profundus.

Hoffmann's Cruro-tarsale tibiale + Tarso-tarsale tibiale + Tarsali-fibulari et tibiali-tarsale et metatarsum I.

Perrin's Long rotateur du pied + Rotateur direct du pied (a et b).

Gaupp's Tibialis posticus + Tarsalis posticus + Intertarsalis

Durch die Vergrösserung des Tarsus verursacht, hat sich hier der Pronator profundus in drei Teile gespalten. Im Gegensatze zu dem Verhalten bei Flexor accessorius hat sich aber bei Pronator profundus der vom Fibulaschafte entspringende Teil erhalten. Dieser proximale Teil a) des Muskels entspringt hier von fast dem ganzen Unterschenkelknochen; im proximalsten Teile dieses Muskelteiles ist eine offene Rinne durch die der Nervus interosseus unter ihn hineindringt. Der Teil a) inseriert mittels einer Sehne an der Basis des Tibiale. Der Teil b) des Pronator profundus entspringt, dorsal vom Teil a) des Flexor accessorius, von Ligamentum calcanei; er inseriert am grössten (distalen) Teil des Tibiale. Der Teil c), dessen tibiale Kante vom vorigen Teil bedeckt wird, entspringt vom ganzen Fibulare sowie vom proximalen Teil des Tibiale; er inseriert mittels einer Sehne an Centrale.

Perrin sagt (p. 422) vom Teil a) dieses Muskels: »Correspond peut-être à la partie antérieure du rotateur direct[1]) du pied des urodèles. Il est probable pour-

[1]) Pronator profundus.

tant que c'est un muscle propre aux anoures». Ich finde aber keinen Grund die Homologie dieses Muskelteiles mit dem vom Fibulaschafte entspringenden Teil des Pronator profundus der Urodelen zu bezweifeln.

Salvi (1900) hat den Teil a) dieses Muskels bei *Bufo vulgaris, Bufo viridis* und *Rana esculenta* beschrieben.

Ein Interosseus wird hier natürlich vermisst.

Chelonia.

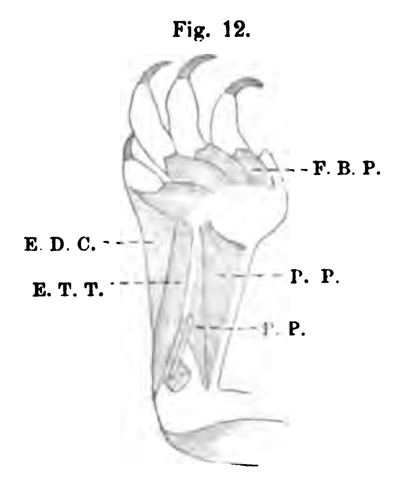
Pronator profundus.

Fig. 12.

Hoffmann's Fibulari-tarsum metatarsum I.
Gadow's Tibialis posticus.

Er entspringt hier von dem ganzen Fibulaschafte. Er inseriert fleischig am grössten, distalen Teil der Tibia und geht auch in eine kräftige Sehne aus, die an den 3 inneren Tarsalia sowie an der Basis der Metatarsalia I und II inseriert. Der distale Teil des Muskels wird von Nervus interosseus durchbohrt. Fürst beschreibt den an der Tibia inserierenden Teil als Pars propria des Popliteus; nach meiner Auffassung ist es aber unrichtig diesen Pronator-Teil von dem übrigen Teil zu trennen.

Fig. 12.



Emys. Beugeseite. Beide Gastrocnemii, Flexor profundus, die Flexores breves superficiales und die Contrahentes digitorum sind entfernt.

Interosseus.

Hoffmann's Interosseus cruris
Gadow's Interosseus cruris.

Dieser Muskel füllt hier das ganze Spatium interosseum aus.

Dieser Muskel entspricht Fürst's Pars interossea des Popliteus.

Salvi (1900) hat den Interosseus bei *Testudo graeca* und *Cistudo europaea* beschrieben.

Sauria.

Pronator profundus.

Fig. 13.

Hoffmann's Tibio-metatarsalis ventralis + Fibulo-tibialis superior s. Popliteus.
Gadow's Tibialis posticus.
Perrin's Rotateur direct du pied + Rotateur direct du tibia.
Mc Murrich's Plantaris profundus I und ein Teil von seinem Interosseus.

Wir finden bei *Lacerta* ein sehr ursprüngliches Verhalten dieses Muskels, das ziemlich gut mit seinem Verhalten bei den Cheloniern übereinsstimmt. Er entspringt hier von der ganzen Fibula mit Ausnahme des Capitulums sowie vom grossen, proximalen Tarsalstück und inseriert an dem ganzen Tibiaschafte, sowie an der

Basis der drei tibialen Metatarsalia mittels einer Sehne, die sich daneben mit der kräftigen Tarsusfascie vereinigt.

Der Flexor profundus liegt in ihm wie in einer Rinne eingebettet und hat ihn teilweise tief ins Spatium interosseum hineingedrückt. Dieses Eindrängen in den Muskel hat bei den anderen von mir untersuchten Sauriern (sowie bei *Sphenodon*) dazu geführt, dass der Pronator in zwei Teile gespalten ist und der Muskelbauch des Flexor profundus in die Lücke zwischen beiden hineinrückt. Bei *Lacerta* ist der Pronator profundus mit dem Extensor tarsi tibialis verwachsen.

Der proximalere der beiden erwähnten Teilen entspringt von einer Strecke im proximalsten Teile der Fibula. Bei *Varanus*, wo die Lücke zwischen beiden Teilen klein ist, ist der proximale Teil gross und inseriert an der ganzen Tibia mit Ausnahme des Capitulums. Dasselbe ist nach PERRIN (1895) der Fall bei *Sphenodon*, nach OSAWA (1898) sollte er dagegen klein sein und nur zum proximalen $^1/_4$ der Tibia gehen. Nach. SHUFELDT (1890) geht dieser Teil bei *Heloderma*, wo der Pronator auch in zwei Teile gespalten ist (S—s Popliteus und Tibialis posticus) zu fast dem ganzen Tibiaschafte. Bei *Tupinambis* inseriert er an den proximalen $^2/_3$ der Tibia, bei *Iguana* und *Ameiva* an nicht ganz der proximalen $^1/_2$.

Fig. 13.

Tupinambis. Beugeseite. Beide Gastrocnemii, Flexor profundus und die Flexores breves superficiales sind entfernt.

Der distale, grössere Teil entspringt bei *Varanus* von der ganzen Fibula mit Ausnahme des Capitulums, bei *Ameiva*, *Iguana* und *Tupinambis* von den distalen $^2/_3$ der Fibula, bei *Heloderma* (SHUFELDT) von der distalen $^1/_2$ des Fibulaschaftes, bei allen mit Ausnahme von *Iguana* auch etwas vom grossen, proximalen Tarsalstück. Er endigt in eine Sehne, die an der Basis der zwei oder drei tibialen Metatarsalia inseriert und sich daneben mit der kräftigen Tarsusfascie vereinigt.

Meine Resultate stimmen, was diesen Muskel betrifft, nicht mit der Beschreibung GADOW's überein; dagegen stimmen sie mit den Beschreibungen PERRIN's und OSAWA's in allen wesentlichen Beziehungen überein.

Bei *Chamaeleo* [1]) finden wir auch die 2, durch den Flexor profundus getrennten, Pronator-Teile.

Bei *Gecko* findet man den distalen Pronator-Teil wieder; er entspringt von der distalen $^1/_2$ der Fibula und vom grossen, proximalen Tarsalstück. Ein anderer Teil der Pronatormuskulatur füllt das ganze Spatium interosseum aus; da der

[1]) Ich habe für spezielle Fragen auch einen *Chamaeleo* und einen *Gecko* zergliedert.

N. interosseus ihn durchzieht, ist es schwierig zu sagen, ob man ihn als einen Pronator—Teil oder als den Interosseus auffassen soll.

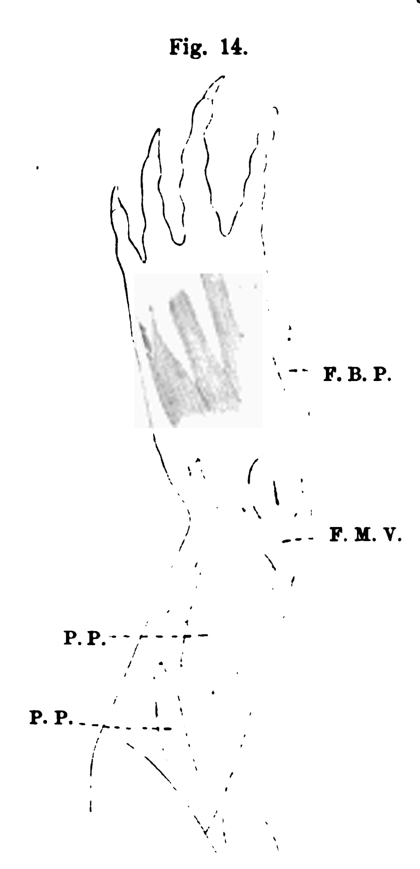
Fürst beschreibt den proximalen Teil des Pronators als Popliteus. Bei *Varanus niloticus* war dieser Muskelteil einheitlich.

Interosseus.

Hoffmann's Fibulo-tibialis inferior.
Gadow's Interosseus cruris.
Perrin's Interosseux de la jambe.
Ein Teil von Mr Murrich's Interosseus.

Er ist hier ein relativ schwacher Muskel, der, dorsal vom Pronator liegend, den distalen 1/3 *(Iguana)* oder die distale Hälfte des Spatium interosseums ausfüllt. Die Fasern ziehen in etwas schräger Richtung, so dass sein Ursprung (von der Fibula) grösser ist als seine Insertion (an der Tibia). Bei *Varanus* füllt sein distalster Teil die proximale Grube des grossen, proximalen Tarsalstücks aus. Dasselbe ist das Verhalten bei *Sphenodon* (Perrin 1895). Nach Shufeldt [1]) (1890) geht er bei *Heloderma* von dem distalen 1/3 des Tibiaschaftes zu derselben Strecke des Fibulaschaftes. Bei *Chamaeleo* liegt ein ganz kleiner Interosseus im distalen Ende des Spatium interosseum's.

Fig. 14.



Crocodilus. Beugeseite. Beide Gastrocnemii, Flexor profundus, die Flexores breves superficiales und die Contrahentes digitorum sind entfernt.

Der bei *Varanus* unter dem Pronator, vom Proximalende der Fibula entspringende Muskelteil, der zu dem mittleren 1/3 der Tibia geht, ist nach meiner Meinung ein Teil des Interosseus, der sich hier in derselben Weise wie der Pronator gespalten hat. Fürst hat ihn als dorsalen Teil des dorsalen M. popliteus beschrieben.

Sonst entspricht dieser Muskel Fürst's Interosseus.

Crocodilia.

Pronator profundus.

Interosseus.

Fig. 14.

Hoffmann's Tibialis posticus + Interosseus cruris.
Gadow's Tibialis posticus + Interosseus cruris.

Dieser Muskel ist auch hier in zwei Teile gespalten, die aber dicht an einander gepresst

[1]) S. nennt ihn: Peroneo-tibialis.

liegen und am Ursprunge etwas mit einander zusammenhängen. Der proximale Teil entspringt von einer Strecke am proximalsten Teil der Fibula; er inseriert an etwas mehr als der proximalen $^1/_2$ des Tibiaschaftes [1]).

Der distale Teil entspringt von fast der ganzen Fibula sowie von einer Strecke in der distalen $^1/_2$ der Tibia; er inseriert mittels einer kräftigen Sehne breit an der Basis des Metatarsale I sowie an der Tibialseite der Basis des Metatarsale II.

Ein sehr schwacher Interosseus füllt das Distalende des Spatium interosseums aus.

Fürst beschreibt den proximalen Teil des Pronators als Popliteus; er scheint den Interosseus nicht gesehen zu haben.

Säugetiere.

Pronator profundus.

[Flexor digitorum tibialis, Tibialis posticus, Popliteus (Peroneo-tibialis, Peroneo—tibialis inferior)].

Am Arme der Säugetiere sahen wir, als Rest der bei den Urodelen kräftigen Pronatormuskulatur, nur den unbedeutenden Pronator quadratus. Der entsprechende kräftige Pronator am Beine der Urodelen hat aber bei den Säugetieren das entgegengesetzte Schicksal gefunden. Er spaltet sich hier in zwei Muskeln, von denen jeder eine wichtige Rolle zu spielen kommt und die wir alle bei den meisten Säugetieren wiederfinden, nämlich: Tibialis posticus und Flexor digitorum tibialis. Aus dem Interosseus entsteht der Popliteus. Dass der Tibialis posticus aus dem Pronator der Urodelen stammt, ist ja eigentlich selbverständlich; eigentümlicher scheint es aber, dass der eine der Muskeln, die (bei den meisten Säugern) die Beugesehne bilden, ursprünglich ein Teil des primitiven Pronators war. Damit verlieren diese Verhältnisse jeden Parallellismus mit denen am Arme wo sich ja der Fl. pollicis longus und der Fl. digitorum profundus aus einem ursprünglich einheitlichen Muskel entwickeln. Wenn man aber diese Verhältnisse bei den Monotremen und Marsupialiern betrachtet (hier war ja auch das Verhalten der Beuger am Arme primitiv) und die Edentaten, einige Insectivoren und Nagern zur Vergleichung herbeizieht, muss man unbedingt gestehen, dass das ursprüngliche Verhalten ist, dass die Sehnen des Fl. fibularis und des Fl. tibialis [2]) nicht verschmolzen sind, sondern dass der Fl. fibularis allein die gemeinsame Beugesehne bildet und der Fl. tibialis an der tibialen Seite des Tarsus inseriert. Man kann auch verfolgen, in welcher Weise die Vereinigung der Sehnen der beiden Muskeln zu Stande kommt.

[1]) An der Zeichnung ist dieser Teil zu klein.

[2]) Die von Schulze (1867) eingeführte Bezeichnung: Flexor fibularis und Flexor tibialis ist in einer vergleichend anatomischen Arbeit die einzige brauchbare. Die aus der menschlichen Anatomie stammenden Namen verursachen, wenn sie für Säugetiere gebraucht werden, eine heillose Verwirrung. Hoffentlich werden sie auch einmal aus der menschlichen Anatomie verschwinden.

Mc MURRICH (1904) ist, durch die Innervation dieser beiden Muskeln, als der erste zu der Auffassung geführt worden, dass sie einen verschiedenen Ursprung haben. ERNA GLAESMER ist, seitdem meine Beschreibung in ihrer Hauptzügen schon fertig vorlag, zu demselben Resultate wie ich gekommen. Es ist mir eine grosse Freude ihre Resultate bestätigen zu können.

Mehrere Autoren haben, wenn der Flexor tibialis frei war, ihn nicht erkannt. Bei der Beschreibung der verschiedenen Säugetierordnungen werde ich diese Auffassungen erwähnen.

DOBSON (1883), der das Verhalten dieser beiden Muskeln ausführlich behandelt hat, hält das Stadium wo die Sehnen verschmolzen sind für das ursprüngliche und fasst das andere als sekundär auf. Er wird aber dadurch zu weitgehenden phylogenetischen Annahmen geführt, die mir nicht glücklich scheinen. Er sagt (p. 176) — „Now, as I have already shown, the arrangement of the flexor tendons in the animals included under B (bei welchen die Sehnen beider Muskeln nicht verschmolzen sind) is a differentiated state of a primarily united condidition of the homologous structures, such as we find in the species which make up the families grouped under A (mit verschmolzenen Flexorsehnen), *it follows that*[1]) *the implacental Mammals, and a few families of three orders of Placental Mammals, also, of comparatively low position, exhibit in this part of their organisation an advance in development.* Furthermore, as it is difficult to concieve that in any animals in which a definite separation of the tibial from the fibular flexors had once taken place, as in those included under section B, symmetrical reunion of these tendons could subsequently occur (Note: Except under the circumstances referred to above in describing these muscles in Thylacinus), so we are unable to consider that any species having the arrangement of the flexor tendons which has been described in the species representing the families and orders of that section, can represent in this respect the condition of the corresponding parts in the ancestral forms from which the great majority of Placental Mammals have sprung".

Es ist mir unmöglich dieser Auffassung beizustimmen. Da am Arme der Monotremen und Marsupialier das Verhalten der Beugemuskulatur primitiv war haben wir Grund dasselbe auch am Beine zu erwarten. Und wenn wir dann diese Verhältnisse ohne Schwierigkeit aus den Verhältnissen der Urodelen ableiten können haben wir unbedingt das Recht sie als primitiv aufzufassen. Da wir auch nach meiner Ansicht verschiedene Stadien der Verschmelzung der Sehnen verfolgen können, muss ich also bestimmt annehmen, dass die primitiveren Formen das primitivere Stadium repräsentieren, was ja das warscheinlichste ist. WINGE (1893) hält das Verhalten nicht für so wichtig. Er hat *Didelphys* untersucht und gezeigt, dass hier eine wirkliche Verbindung zwischen den Sehnen existiert. SOREX hat sie auch. Er hält es für das wahrscheinlichste, dass Flexor tibialis ursprünglich eine ziemlich unbestimmte und ausgebreitete Insertion hatte, teils an der Innenseite des Fusses,

[1]) Kursiviert von mir.

teils in Verbindung mit der Fascia plantaris und der Sehne des Flexor fibularis und vielleicht noch mit anderen Sehnen. Die Auflösung der einen oder anderen Insertionsart wäre dann nicht so wesentlich.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Pronator-gruppe bei den verschiedenen Ordnungen über. Bei *Ornithorhynchus* liegen diese Muskeln in einer Weise angeordnet die deutlich ihren ursprünglichen Zusammenhang demonstriert. Wie der Pronator der Urodela keinen femoralen Ursprung hat, so entspringen auch diese 3 Muskeln von der Fibula, Popliteus vom Fibulaschaufel und vom Proximalende des Fibulaschaftes, Flexor tibialis von der proximalen inneren Seite des Fibulaschaufels, zwischen den beiden anderen Muskeln, der kräftige Tibialis posticus von der proximalen $^1/_2$ des Fibulaschaftes und der Kante des Schaufels. Flexor tibialis liegt anfangs zwischen den beiden anderen Muskeln, kommt aber bald in einer tiefen Rinne des Tibialis posticus zu liegen, in einer Weise, die die ursprüngliche Einheitlichkeit der beiden Muskeln deutlich zeigt. Popliteus, der hier relativ klein ist, inseriert an ein wenig mehr denn dem proximalen $^1/_4$ der Tibia. Tibialis posticus inseriert an der Basis des Astragalus und beim Männchen auch etwas an dem Sporen. Die Sehne des Flexor tibialis liegt über der Sehne des Tibialis posticus, dicht an diese gedrückt, und inseriert an dem tibialen accessorischen Stück. Ein schmaler Teil der Sehne geht aber weiter um sich an der vorletzten Phalanx der ersten Zehe zu befestigen. Diese beiden Sehnen liegen unter der von dem Sporen gebildete Brücke; die Sehne des Flexor tibialis wird also durch ihn von Flexor fibularis getrennt, auch ein Zeichen dafür, dass diese Muskeln ursprünglich nicht zusammenhören.

Bei *Echidna* finden wir einen kräftigen Popliteus [1]) der den ganzen Interosseus der Urodelen repräsentiert. Wir haben also hier ein primitives Verhalten, dass wir bei den Marsupialia wiederfinden werden. Er erfüllt hier das ganze Spatium interosseum, entspringt aber nur von der Fibula (von dem Schaufel und dem ganzen Spatium-Teil des Fibulaschaftes); er inseriert an fast der ganzen Tibia. Tibialis posticus ist auch hier kräftig und entspringt von den proximalen $^3/_4$ der Fibula und vom Schaufel. Er inseriert an Astragalus sowie an einem accessorischen Stücke, das wohl dem bei *Ornithorhynchus* erwähnten homolog ist. Flexor tibialis ist hier etwas schwächer denn bei *Ornithorhynchus;* er liegt über dem Tibialis posticus, aber nicht in einer Rinne dieses Muskels. Er entspringt, proximal von Tibialis posticus, vom Schaufel und inseriert an einem accessorischen Stück, das neben der vorletzten Phalanx der ersten Zehe liegt.

---

[1]) FÜRST (1903) hat in interessanter Weise die Entwicklung des Popliteus unter den Säugetieren beschrieben. Ich glaube aber nicht, dass der von FÜRST bei den Säugetieren »Pars propria» genannte Teil dem von ihm bei den Urodelen und Reptilien in derselben Weise bezeichneten Teil homolog ist. Dieser Muskelteil der Urodelen und Reptilien ist nach meiner Auffassung ein Teil des Pronator profundus, bei den Säugern dagegen, wie der ganze Popliteus, ein Abkömmling des Interosseus. Bei den Urodelen, von denen man das Verhalten der Säugetiere ableiten muss, hat der Pronator keine proximalere Insertion. Es ist darum natürlich, dass seine Abkömmlinge bei den Säugetieren (Flexor tibialis, Tibialis posticus) Muskeln sind, die eine distalere Insertionsart haben. Das Verhalten der Saurier ist mehr spezialisiert; es wird schon bei den Cheloniern dadurch vorbereitet, dass der Pronator hier seine Insertion proximalwärts ausgebreitet hat.

Von den Autoren, die über die Muskulatur der Monotremata geschrieben haben, wird der Popliteus im allgemeinen richtig beschrieben. MECKEL (1826) nennt ihn nicht. FÜRST (1903) beschreibt bei *Ornithorhynchus* einen Popliteus, der das ganze Spatium interosseum ausfüllt. Weder habe ich einen ähnlichen Muskel an zwei von mir untersuchten Exemplaren gesehen noch habe ich die Beschreibung eines solchen Muskels finden können[1]). Die Insertion des Tibialis posticus am accessorischen Stücke habe ich nirgends beschrieben gefunden. Der Fl. tibialis wird von MIVART(1865) und WESTLING (1889) Plantaris genannt. ALIX (1867 B) lässt ihn an I^1 inserieren.

Was diese Muskelgruppe betrifft, so finden wir bei den meisten Marsupialia primitive Verhältnisse, die vielfach mit denen der Monotremen übereinstimmen. Die Entwicklung geht hier in der Richtung, dass sich der Flexor tibialis auf den Kosten des Tibialis posticus vergrössert, der hier zu einem ganz schwachen Muskel geworden ist, der zwischen Flexor tibialis und Flexor fibularis eingeklemmt liegt. Popliteus zeigt ein primitives Verhalten, indem er nur von der Fibula entspringt und meistens das ganze Spatium interosseum ausfüllt. Da die Fibula, deren Schaufel ja verschwunden ist (nur die Fabella existiert als ein Rest davon), als Ursprungsstelle für die sich vergrössernden Flexor fibularis und Flexor tibialis nicht mehr genügt, haben diese Muskeln bei den von mir untersuchten Arten ihren Ursprung teilweise auf die den Popliteus deckende Fascie verlegt. Flexor tibialis entspringt also von dem Proximalende der Fibula sowie mehr oder weniger von Popliteus. Bei *Petaurus* ist aber der Hauptteil des Flexor tibialis zur Tibia übergewandert und entspringt nun von fast dem proximalen $^1/_8$ dieses Knochens[2]). Bei *Didelphys* entspringt er nur von der Fascie des Popliteus.

Nach DOBSON (1883) entspringt Flexor tibialis bei *Phascolomys* und *Trichosurus*[3]) auch von der Tibia, bei *Acrobates* und *Thylacinus* nur von der Tibia, bei *Dasyurus* von der Tibia und der Membrana interossea. Nach GLAESMER (1908) entspringt er bei *Dasyurus* nicht von der Tibia. Nach CUNNINGHAM (1882) entspringt er bei *Thylacinus* von der Tibia und von einem Knieligamente, bei *Cuscus* nur von der den Popliteus deckenden Fascie. Nach CARLSSON (1904) entspringt er bei *Notoryctes* auch von der Tibia. Nach DOBSON (1883) wird Flexor tibialis bei *Parameles* vermisst. Bei einigen Beuteltieren ist der Popliteus reduziert. Nach LECHE geht er bei *Myrmecobius* nur zu etwas mehr als dem proximalen $^1/_8$ der Tibia, nach SIDEBOTHAM (1885) bei *Chironectes* zur proximalen $^1/_2$ der Tibia. Bei *Phascolomys* und *Phalanger* (ALIX

---

[1]) WINGE (1893) sagt, dass der Popliteus bei *Ornithorhynchus* relativ schwach ist.

[2]) Ich kann nicht die Auffassung von TAYLOR und BONNEY (1906) teilen, nach der ein Teil des Flexor tibialis intimere Beziehungen zu Popliteus zeigen sollte; da aber Flexor tibialis auch von Popliteus entspringt, wird ein solches Verhalten leicht vorgetäuscht. Auch bei den anderen von mir untersuchten Marsupialiern konnte ich kein solches Verhalten finden. Unter allen von mir untersuchten Säugetieren habe ich ein von Popliteus zu Flexor tibialis gehendes Muskelbündel nur bei *Hystrix* gefunden.

[3]) Dies sagt auch GLAESMER (1908). Ich konnte doch an meinen Exemplare von *Trichosurus* keinen tibialen Ursprung konstatieren.

1886). bei *Noctoryctes* (Carlsson 1904, Thompson und Hillier 1895), sowie bei *Thylacinus* und *Cuscus* (Cunningham) ist er dagegen nicht reduziert. Im distalen Teile des Spatium interosseums liegt bei *Myrmecobius* ein kleiner Rest des primitiven Popliteus (Leche 1890/91, Fürst 1903). Wir werden bei Halbaffen einen ähnlichen Muskel sehen.

Tibialis posticus entspringt vom proximalsten Teile der Fibula und etwas von der den Popliteus deckenden Fascie, nach Dobson (1883) bei *Acrobates* auch vom Kopfe der Tibia. Nach Carlsson (1904) sowie Thompson und Hillier (1905) entspringt er bei *Notoryctes* nur von der Tibia. Nach Cunningham (1882) entspringt er bei *Thylacinus* nur von der den Popliteus deckenden Fascie. Er inseriert meistens an Naviculare, bei *Thylacinus* (Cunningham 1882) an Entocuneiforme und Metatarsale I, bei *Chironectes* (Sidebotham 1885) an Astragalus.

Schon bei den Monotremen war die Distalwärtswanderung der Flexor tibialis-Sehne begonnen, indem diese Sehne auch etwas an der Zehe I inserierte. Auch unter den Marsupialiern können wir diese Wanderung verfolgen. Die altertümlichste Insertionsweise des Flexor tibialis finden wir bei *Cuscus*, wo er nach Cunningham an Naviculare inseriert. [Nach Dobson (1883) inseriert er bei *Cuscus maculatus* an Metatarsale I.] Bei *Trichosurus* und *Petaurus* inseriert er an Entocuneiforme. [Nach Dobson bei *Trichosurus* auch an dem Knorpelstück der Plantarfascie, nach Glaesmer an den medialen und lataralen Sesamknöchelchen sowie Cuneiforme I], bei *Dasyurus* nach Maccormick (1886) an Entocuneiforme und Metatarsale I. Bei *Phascolarctos* inseriert er von Entocuneiforme und vom grossen Sesamstück der Fussohle. Bei *Notoryctes* (Carlsson, Thompson und Hillier) inseriert er am tibialen Randstück. Nach Dobson (1883) inseriert er bei *Acrobates* an Entocuneiforme, bei *Belideus (Petaurus)* an diesem Knochen und an dem tibialen accessorischen Stücke, bei *Cuscus* und *Phascolomys* an Metatarsale I.

Didelphys zeigt uns in deutlicher Weise, wie der Flexor tibialis mit dem Flexor fibularis in Verbindung getreten ist. Die ursprüngliche Insertionsart (hier am tibialen Randstück) der Sehne ist erhalten. Von der Sehne geht aber eine breite Bindgewebeplatte, die deutlich sekundärer Art ist, zu der tibialen Kante der Sehne des Flexor fibularis; von der Ausgangsstelle dieser Sehne ab wird die Sehne des Flexor tibialis bedeutend schmäler. Man muss also annehmen, dass eine Verbindung zwischen den beiden Beugesehnen entstand, dass diese Verbindung mehr und mehr intim wurde und dass dadurch zuletzt die ursprüngliche Endsehne des Flexor tibialis überflüssig wurde und verschwand.

Bei *Myrmecobius* (Leche) finden wir ungefär dasselbe Stadium, indem sich die Sehne des Flexor tibialis in zwei Sehnen teilt, eine breitere, die zu der Basis des Metatarsale I geht und eine schmälere, die sich mit der Sehne des Flexor fibularis vereinigt.

Bei *Thylacinus* (Cunningham) finden wir ein vorgeschrittenes Verhalten, indem der Flexor tibialis die ältere Insertionsart vollständig aufgegeben hat und nur an der Sehne des Flexor fibularis inseriert.

Bei *Chironectes* (Sidebotham 1885) sind die Sehnen der beiden Flexoren vereinigt. Leider ist die Beschreibung so kurz, dass man nicht versteht, ob sich *Chironectes* in derselben Weise wie *Didelphys* verhält aber nicht.

Bei *Dasyurus* (Glaesmer 1908) sieht es fast so aus, als ob die Sehne des Flexor tibialis bei der Zurückbildung des Hallux in tastender Weise nach einer anderen Insertionsart gesucht aber nicht den Punkt gefunden hätte, der sich bei den anderen so günstig erwies. Hier teilt sich die Sehne in 2 Teile, von denen der eine als Fascie des rudimentären Hallux endigt und die andere mit den Flexores breves superficiales in Verbindung tritt.

Bei *Phascologale* geht die Sehne des Flexor tibialis zu dem accessorischen Stück, zur äusseren Seite des Hallux und zur Basis von dessen Grundphalanx, etwas zu der Plantarfascie und den Flexores breves und schwach zur Sehne des Flexor fibularis.

Nach Dobson (1883) existiert keine Verbindung zwischen den beiden Sehnen bei *Acrobates* und *Phascolomys*.

Macalister (1870) hat bei *Phascolomys* keinen Flexor tibialis gesehen. Dobson beschreibt dagegen bei *Phascolomys fossor* einen Flexor tibialis der zu Metatarsale I geht. Macalister (1870) und Vrolik (1851) haben bei *Sarcophilus* keinen Flexor tibialis gesehen.

Macalister (1872) und Young (1881/82) in ihren Beschreibungen von *Phascolartos*, sowie Haswell (1886) in seiner Beschreibung von *Petaurista, (Petaurus)* haben den Flexor tibialis nicht erkannt, sondern ihn als einen zweiten Tibialis posticus beschrieben. Cunningham (1882) beschreibt ihn in ähnlicher Weise bei *Cuscus* sagt aber dass er vielleicht den Flexor tibialis repräsentiere.

Bei den Monodelphia ist der Ursprung des Popliteus zu dem Condylus externus femoris übergewandert [1]). Der Muskel ist hier nie von der Grösse und Bedeutung wie bei den meisten Marsupialiern und bei *Echidna*. Als Rest der tieferen Lage des primitiven Popliteus findet man zuweilen unter den Monodelphia einen kleinen Peroneotibialis, der im oberen Winkel des Spatium interosseums liegt. Zuweilen findet man auch im distalen Winkel des Spatiums einen Rest des primitiven Popliteus. Einige Autoren geben dem primitiven Popliteus, weil er von der Fibula entspringt, einen anderen Namen. Dies hat aber, wie schon Fürst, (1903) sowie Taylor und Bonney (1906) gezeigt haben, keinen Grund.

Im allgemeinen vereinigen sich bei den Monodelphia die Sehnen des Flexor tibialis und Flexor fibularis. Davon machen jedoch die Xenarthra eine Ausnahme. Auch unter den Insectivoren und Nagetieren findet man Formen, wo beide Sehnen selbständig sind. *Orycteropus* und *Solenodon* sind Uebergangsformen wie *Didelphys*. Es ist schwierig zu sagen, ob hier in allen Fällen die Selbständigkeit der Sehnen primärer Natur ist, doch kann man wohl mit ziemlich grosser Sicherheit sagen, dass dies bei den Xenarthra der Fall. Allerdings muss man eine Vereinigung der Sehnen in einem ziemlich primitiven Stadium voraussetzen, da ja bei den Chirop-

[1]) Näheres über diese Frage siehe: Fürst, Der Musculus Popliteus und seine Sehne.

tera die Sehnen vereinigt sind. Unter den Nagetieren müssen wir aber, was dieses Verhalten betrifft, ziemlich späte Veränderungen voraussetzen, denn unter den Myomorpha, bei denen die Sehnen sonst frei, gibt es ein paar Arten, wo sie vereinigt sind.

Bei allen Edentaten (besonders bei *Orycteropus*) ist Popliteus relativ gross. Flexor tibialis[1]) war bei *Dasypus sexcinctus* ziemlich kurz; er entsprang von der Tibia neben der Insertion des Popliteus und etwas von der Innenseite dieses Muskels, um am tibialen accessorischen Stück zu inserieren. Tibialis posticus war kräftig und entsprang von Capitulum fibulae und fast längs des ganzen Flexor fibularis, um an Naviculare zu inserieren. Bei den Bradypodidae wird der Flexor tibialis wahrscheinlich vermisst.

Windle und Parsons (1899) halten den Tibialis posticus für doppelt und glauben, dass der Flexor tibialis verschwunden sei. Dies ist natürlich ein Irrtum. Dobson (1883) und Leche (Bronn) haben in dieser Sache die richtige Auffassung.

Orycteropus (Dobson 1883) zeigt uns ein schönes Zwischenstadium, in dem die Sehne des Flexor tibialis sich in 2 Sehnen teilt, von denen die eine zu dem tibialen Randstücke geht, die andere »by a broad expansion» sich mit der Sehne des Flexor fibularis vereinigt. Windle and Parsons (1899) erwähnen dies mit den Worten: »The tendon (von Fl. fibularis) is joined in the sole by a slip of the tibialis posticus accessorius».

Bei *Erinaceus* findet man das ältere Verhalten des Fl. tibialis, wo er nicht mit Fl. fibularis verschmilzt, sondern am distalen Ende des Met. I und an I[1] inseriert. Sein Ursprung ist ziemlich weit von dem des Tib. posticus getrennt; er entspringt von einer kleinen Strecke der Tibia, tibial von der Insertion des Popliteus. Tibialis posticus ist schmal; er entspringt von Capitulum fibulae um an Naviculare zu inserien. Rosenfeld (1898) beschreibt hier eine Spaltung der Sehne. Popliteus ist kräftig und inseriert an der proximalen Hälfte des Tibiaschaftes[2]).

Bei *Solenodon* finden wir einen Uebergangstypus (Dobson 1883), bei dem die Sehne des Fl. tibialis sich in 2 Sehnen teilt, von denen die eine zu Met. I, die andere zu der Sehne des Fl. fibularis geht.

Centetes zeigt wieder das sekundäre Verhalten, so dass hier die Sehnen verschmelzen; die Fl. tib.-Sehne legt sich über die Fl. fib.-Sehne. Fl. tibialis hat hier die alte Ursprungsart behalten; er entspringt von der proximalen $^1/_2$ der Fibula. Tib. posticus von etwas mehr als dem proximalen $^1/_3$ der Fibula und Tibia, um an Entocuneiforme zu inserieren. Popliteus ist gut entwickelt. Bei *Talpa* entspringt Tibialis posticus vom Capitulum tibiae und inseriert am accessorischen Stücke. Popliteus ist kräftig und inseriert am ganzen freien Stücke des Tibia. Die Sehne des Fl. tibialis ist, wie erwähnt, fast vollständig mit der Sehne des Fl. fibularis verwachsen.

[1]) Nach Salvi (1900) sollte bei *Erinaceus europaeus* ein Peroneo-tibialis existieren. Ich habe einen solchen Muskel nicht gefunden.

[2]) Rosenfeld (1898) hat irrtümlicherweise den Flexor tibialis bei *Dasypus* als einen Teil des Tibialis posticus beschrieben.

Die Soriciden und Talpiden stimmen nach DOBSON mit *Erinaceus* überein, so dass die Sehnen der beiden Flexoren nicht verschmelzen. Nach DOBSON (1882/83) wird der Tib. posticus bei *Scalops aquaticus* vermisst.

Bei einigen Arten von *Erinaceus* und bei *Gymnura rafflesii* inseriert der Fl. tibialis an der Plantarfascie.

Die Centetiden, sowie *Tupaia*, *Macroscelides*, *Potomogale* und *Chrysocloris* stimmen dagegen in dieser Beziehung mit *Centetes* überein.

Bei den Chiroptera sind die Sehnen des Flexor tibialis und Flexor fibularis vereinigt. Tibialis posticus entspringt bei *Pteropus* in nicht ganz der distalen $^{1}/_{2}$ des Unterschenkels von Tibia und Fibula, bei *Phyllostoma* vom grössten Teile der Fibula und dem distalen $^{1}/_{3}$ der Tibia, bei *Vesperago* von der Mitte der Fibula und von Peroneo-tibialis. Nach MACALISTER (1872) sollte er nur von der Tibia entspringen. Nach MAISONNEUVE (1879) entspringt er bei *Vespertilio* auch von der Fibula. Er inseriert bei *Phyllostoma* und *Pteropus* an Naviculare [1]). Nach MACALISTER kann er auch an Entocuneiforme oder an dem neben diesem liegenden Sesamstück inserieren. Bei *Vespertilio* (MAISONNEUVE) inseriert er an Naviculare.

In der Litteratur findet man im allgemeinen die Angabe, dass bei den Chiroptera kein Popliteus existiert. Doch hat SALVI (1900) angegeben, dass bei *Vesperugo noctula* und *Plecotus auritus* ein wohl ausgebildeter Popliteus existieren soll; er sagt, dass beide auch einen Peroneo-tibialis besitzen. Ich habe bei *Vesperugo noctula* keinen Popliteus gesehen; dagegen existiert ein Peroneo-tibialis [2]): er entspringt in den distalen $^{2}/_{3}$ des Unterschenkels von der Fibula und inseriert an den distalen $^{2}/_{5}$ der Tibia. Bei *Pteropus* und *Phyllostoma* habe ich keinen solchen Muskel gefunden. Einen wohl ausgebildeten Popliteus [3]) habe ich dagegen bei *Phyllostoma* gefunden. Er entspringt von dem kleinen, neben dem Tibiakopfe liegenden Knochen, von dem ich nicht bestimmt sagen kann, ob es ein Fibularest oder die Fabella ist; in jedem Falle ist die Ursprungsart primitiv. Er inseriert an dem proximalen $^{1}/_{7}$ der Tibia.

Bei *Galeopithecus* (LECHE 1886) sind die Sehnen des Fl. tibialis und Fl. fibularis vereinigt. Ein wohl entwickelter Popliteus existiert. Tibialis posticus entspringt von der Fibula und inseriert an Cuneiforme 1. Flexor tibialis entspringt von der Tibia und mit einigen Fasern, die mit Flexor fibularis zusammenhängen.

Nach MURIE und MIVART (1866) sollte bei *Galeopithecus* ein Peroneo-tibialis vorkommen. LECHE und FÜRST (1903) haben ihn aber hier nicht gefunden.

Bei *Hyrax* deckt der Popliteus die Hälfte des Tibiaschaftes. Der Fl. tibialis entspringt von Capitulum fibulae und einem Stücke des proximalen Teiles der Fibula sowie von einem Stücke der Tibia, neben und etwas distal von der Insertion des Popliteus. Seine Sehne verschmilzt mit der des Fl. fibularis. Der Tib. posticus wird vermisst.

---

[1]) Nach ROSENFELD bei *Pteropus* an Mesocuneiforme und Metatarsale II.

[2]) Vielleicht müssen wir diesen Muskel als einen primitiven Popliteus auffassen.

[3]) Nach MACALISTER (1872), ALIX (1867), FÜRST (1906) sollte bei den Chiroptera der Popliteus vermisst werden: nur bei *Vampyrops* hat MACALISTER ein Rudiment davon gefunden.

Unter den Raubtieren ist bei *Helictis* der Popl. relativ schwach. Der Fl. tibialis entspringt von Capitulum fibulae und von der Tibia, der Insertion des Popliteus entlang. Seine Sehne vereinigt sich, wie bei allen Raubtieren, mit der des Fl. fibularis Der Tibialis posticus liegt unter diesem Muskel, ungefähr denselben Ursprung habend; er inseriert an Naviculare, Entocuneiforme und etwas an der Basis des Met. I.

Bei *Herpestes* inseriert der Popl. beinahe an der proximalen $^1/_2$ des Tibiaschaftes. Der Fl. tibialis entspringt von Capitulum fibulae und der Tibia längs der Insertion des Popliteus und eine Strecke distal davon. Der Tib. posticus ist schmal und liegt zwischen Fl. tibialis und Fl. fibularis eingeklemmt; er entspringt von den proximalen Enden des Tibia- und Fibulaschaftes, um an Naviculare zu inserieren.

Bei *Paradoxurus* verhalten sich diese Muskeln wie bei *Herpestes,* nur ist der Popliteus relativ schwächer und der Tib. posticus relativ kräftiger.

Bei *Canis vulpes* habe ich einen schwachen Peroneo-tibialis im oberen Winkel des Spatium interosseums gesehen. Fürst (1906) hat ihn bei *Canis familiaris* gesehen, Gruber (1878) bei Hund, Wolf und Fuchs.

Nach Parsons und Windle (1898) entspringt der Fl. tibialis bei den Carnivoren von dem inneren Teile der hinteren Oberfläche der Tibia, von der Fascie über dem Tibial posticus und zuweilen von einem kleinen Teil von dem hinteren Teil des proximalen $^1/_3$ der Fibula. Tib. posticus entspringt von der hinteren Oberfläche der Tibia, distal von Popliteus und zuweilen etwas vom oberen Teil der hinteren Oberfläche der Fibula; die schwache Sehne inseriert im allgemeinen an Naviculare, aber auch an den Cuneiformia und an der Basis einiger Metatarsalia. Bei *Arctitis* inseriert er nur an Entocuneiforme (Rosenfeld). Man findet ihn bei allen Felidae und Viverridae. Unter den Hyaenidae kann er da sein oder vermisst werden. Wo er unter den Canidae existiert, ist er sehr klein und schwer zu finden. Er existiert bei den Ursidae und Procyonidae. Unter den Mustelidae kann er existieren oder vermisst werden.

Bei *Sciurus* ist der Popliteus relativ schwach. Tibialis posticus entspringt von den proximalen Enden der Tibia und Fibula und inseriert an Naviculare[1]). Flexor tibialis entspringt distal von diesem von etwas mehr als der proximalen $^1/_2$ des Tibiaschaftes (mit Ausnahme des Proximalendes), um am tibialen Randstück zu inserieren.

Bei *Hystrix* ist der Popliteus relativ gross und deckt die proximale $^1/_2$ der Tibia. Hier habe ich etwas, dem von Tailor und Bonney (1906) erwähnten Verhalten ähnliches, gefunden, nämlich dass ein Teil des Popliteus in Flexor tibialis und Tibialis posticus übergeht. Der Flexor tibialis entspringt von Capitulum fibulae und von einer grossen Strecke auf der Mitte der Tibia; seine Sehne vereinigt sich mit der Sehne des Fl. fibularis. Tibialis posticus entspringt von Capitulum fibulae, um an Naviculare zu inserieren.

Bei *Cavia* entspringt Flexor tibialis von etwas mehr denn den mittleren $^2/_4$

[1]) Die zweite Sehne, die Rosenfeld (1898) beschreibt, habe ich nicht gesehen.

des Tibia-schaftes (teilweise an beiden Seiten des Tib. post.); seine Sehne verschmilzt mit der des Flexor fibularis. Tibialis posticus entspringt von Capitulum fibulae und von der proximalen $^{1}/_{2}$ der Tibla, um an Naviculare zu inserieren. Popliteus inseriert an fast der proximalen $^{1}/_{2}$ des Tibiaschaftes.

Bei *Mus* ist Popliteus relativ klein; er inseriert an dem proximalen $^{1}/_{3}$ des Tibiaschaftes. Flexor tibialis[1]) entspringt sehnig von Capitulum tibiae; diese Ursprungssehne ist mit der Dorsalseite des Popliteus verwachsen. Die Sehne des Flexor tibialis geht, neben dem Nerven liegend, zur Oberfläche der Planta pedis, wo sie sich ausbreitet und an der Haut des Fusstellers befestigt, als ein Sohlenspanner wirkend. Tibialis posticus entspringt von fast der proximalen $^{1}/_{3}$ der Tibia und inseriert an Naviculare; er ist mit der Distalkante des Popliteus intim verwachsen.

Bei *Cynomys* entspringt Flexor tibialis von der Rauhigkeit im proximalen Teile der Tibia, sowie etwas von Popliteus; er inseriert am tibialen Randstück. Tibialis posticus ist kräftig und entspringt von fast der proximalen $^{1}/_{2}$ des Tibiaschaftes und mit dem Flexor fibularis zusammen vom Capitulum fibulae, um an Naviculare zu inserieren.

Bei *Lepus* sind Flexor tibialis und Flexor fibularis, wie schon erwähnt, intim verwachsen. Der Muskel, welchen Krause (1884) Extensor digiti primi pedis proprius nennt und welchen Dobson (1883) für den Extensor hallucis hält, und der von der inneren Seite der Tibia in ihrem proximalen $^{2}/_{5}$ entspringt und zu der tibialsten Sehne des Extensor digitiorum communis geht[2]), ist ohne Zweifel der Tibialis posticus[3]), der von seiner gewöhnlichen Ursprungsstelle fortgewandert ist. Seine Lage bei *Lagomys alpinus,* den ich wegen diese Frage untersucht habe, zeigt dies deutlich. Die Innervation zeigt auch, dass er zu den Beugemuskeln gehört.

Nach Parsons (1894,96) vereinigen sich bei den Hystricomorpha die Sehnen des Flexor tibialis und Flexor fibularis. Bei den Sciuromorpha vereinigen sie sich aber nicht; hier inseriert der Flexor tibialis am tibialen Randstück oder (*Castor*) an Astragalus. Unter den Myomorpha vereinigen sie sich nur bei *Rhizomys* und *Heteromys.* Meistenteils endigt die Sehne des Flexor tibialis in der Fascie der Planta pedis. Bei *Georychus* und *Bathyergus* ist der Muskel relativ gross und inseriert am tibialen Randstück.

Bei *Lemur* ist Popliteus relativ klein; er inseriert an etwas weniger als dem proximalen $^{1}/_{4}$ des Tibiaschaftes. Unter ihm liegt, im oberen Winkel des Spatiums, ein kleiner Peroneo-tibialis[4]). In dem unteren Winkel des Spatiums liegt ein zweiter

---

[1]) Der eigentümliche Muskel, den Rosenfeld (1898) bei *Mus* beschreibt, ist natürlich der Flexor tibialis. Dobson (1883) hat schon sein Verhalten bei *Mus* beschrieben.

[2]) Er hängt am Metatarso-phalangealgelenke durch verdichtetes Bindegewebe etwas mit der Plantarissehne zusammen.

[3]) Rosenfeld hält diesen Muskel für den Tibialis posticus. Es ist aber nicht richtig, wenn er behauptet, dass Leche (in: Bronn) des betreffenden Muskels nicht erwähnt; Leche hat ihn als Extensor hallucis aufgefasst.

[4]) Fürst (1903) hat diesen Muskel bei *Lemur rufiventer* beschrieben.

kleiner Peroneo-tibialis[1]) ähnlich dem bei *Myrmecobius* erwähnten Muskel. Flexor tibialis entspringt von etwas mehr als der proximalen $^{1}/_{2}$ des Tibiaschaftes. Tibialis posticus liegt zwischen dem Flexor tibialis und dem Flexor fibularis eingeklemmt; er entspringt von der proximalen $^{1}/_{2}$ der Fibula und von der Membrana interossea, um an Entocuneiforme und ein wenig an Naviculare zu inserieren.

Bei *Lepilemur* entspringt Flexor tibialis von gut den proximalen $^{2}/_{3}$ der Tibia und von Capitulum fibulae. Tibialis posticus ist relativ kräftig, aber von dem Ursprunge des Flexor fibularis überwachsen; er entspringt von fast den proximalen $^{2}/_{3}$ der Fibula und von der Membrana interossea, um an Naviculare und den Cuneiformia zu inserieren. Popliteus ist klein und inseriert an gut dem proximalen $^{1}/_{6}$ des Tibiaschaftes. Die beiden Peroneo-tibiales existieren auch hier.

Bei *Tarsius* entspringt Flexor tibialis[2]) von dem ganzen freien Teile der Tibia (fast die $^{1}/_{2}$ des Unterschenkels). Tibialis posticus entspringt von den freien Teilen der Tibia und Fibula, um an der Basis des langen Naviculare zu inserieren. Popliteus inseriert an der Tibia in $^{1}/_{5}$ der Länge des Unterschenkels. Peroneo-tibiales werden hier vermisst.

Bei *Nycticebus* (MURIE und MIVART 1865) entspringt Flexor tibialis von Condylus internus femoris und von zwei Stellen der Tibia. ALIX (1878) hat den proximalen Peroneo-tibialis bei *Chiromys* gesehen, MURIE und MIVART (1866) bei *Lemur, Galago* und *Chiromys*, aber nicht bei *Nycticebus* und *Loris*. Nach GRUBER (1879) existiert er bei *Nycticebus* und *Loris*.

Bei *Hapale* entspringt Flexor tibialis von der ganzen Tibia[3]) in der Weise, dass er in der proximalen $^{1}/_{2}$ von der inneren Kante, in der distalen $^{1}/_{2}$ von der äusseren entspringt, so dass er den Tib. posticus fast wie eine Scheide umgibt. Dieser entspringt von etwas mehr als der proximalen $^{1}/_{2}$ der Tibia um an Astragalus zu inserieren. Ein proximaler Peroneo-tibialis existiert. Popliteus ist klein und inseriert am proximalen $^{1}/_{5}$ des Tibiaschaftes.

Bei *Cebus* entspringt der kräftige Flexor tibialis von mehr als der proximalen $^{1}/_{2}$ der Tibia[3]). Tibialis posticus ist klein, von dem vorigen überwachsen und inseriert an Naviculare und den Cuneiformia. Ein kleiner, proximaler Peroneo-tibialis[4]) existiert.

Bei *Ateles* entspringt Flexor tibialis von der proximalen $^{1}/_{2}$ der Tibia[3]). Tibialis posticus ist relativ kräftig; er entspringt von der proximalen $^{1}/_{2}$ der Unterschenkelknochen (mit Ausnahme der Proximalenden) und von der Membrana interossea. Er inseriert an Naviculare. Popliteus ist relativ schwächer als bei den anderen. Ein kleiner proximaler Peroneo-tibialis existiert.

Bei *Cercocebus* entspingt Flexor tibialis von den proximalen $^{2}/_{3}$ der Tibia[3])

---

[1]) Ich schlage für diesen Muskel den Namen: Peroneo-tibialis inferior vor.

[2]) BURMEISTER (1846) nennt ihn: Flexor longus hallucis.

[3]) Mit Ausnahme des proximalen Endes.

[4]) Nach MURIE und MIVART (1866) existiert ein Peroneo-tibialis bei *Troglodytes, Cercopithecus, Macacus, Cynocephalus, Cebus* und *Hapale* nach HARTMANN (1883) bei *Cercopithecus ruber*. FÜRST (1903) hat ihn bei *Cebus* sp. *Lagothrix infumatus, Cynocephalus* sp., *Hylobates* sp., *Troglodytes* sp. gefunden, sowie Spuren davon bei *Simia satyrus*.

Tibialis posticus ist gut entwickelt; er entspringt von etwa weniger als der proximalen $^1/_3$ der Unterschenkelknochen [1]) und der Membrama interossea. Ein kleiner proximaler Peroneo-tibialis existiert.

Bei *Macacus* entspringt Flexor tibialis von mehr als der proximalen $^1/_3$ der Tibia [2]). Tibialis posticus ist grösser, als bei Cebus und liegt zwischen dem Fl. tib. und Fl. fib. eingeklemmt, aber nicht in dem Grade wie bei Cebus. Beim Menschen ist Tibialis posticus relativ viel kräftiger. Ein kleiner, proximaler Peroneo-tibialis existiert.

Bei *Cynocephalus* entspringt Flexor tibialis von fast den proximalen $^2/_3$ der Tibia [2]). Tibialis posticus ist relativ gut entwickelt. Er entspringt von fast der proximalen $^1/_2$ der Tibia [2]), von einer etwa kürzeren Strecke der Fibula und von der Membrana interossea. Ein kleiner, proximaler Peroneo-tibialis existiert.

Bei *Inuus* entspringt Flexor tibialis von der proximalen $^1/_2$ des Tibiaschaftes Tibialis posticus ist relativ kräftig. Er inseriert an Naviculare und an den Cuneiformia II und III. Ein kleiner proximaler Peroneo-tibialis existiert.

Nach Sommer (1906) verhalten sich diese Muskeln bei den Affen [3]) im allgemeinen wie beim Menschen.

Nach Hartmann (1883) existiert ein proximaler Peroneo-tibialis beim Schimpansen aber nicht bei den anderen Anthropoiden. Nach Kohlbrügge (1891/92) existiert er bei *Hylobates.*

Urodela.

Fig. 2.

Caput longum musculorum contrahentium [4]).

Der lange Teil von Hoffmann's Fibulae metatarsi et digiti I—V.
Der lange Teil von Humphry's Flexor digitorum profundus.
Perrin's Fléchisseur commun profond des phalanges.
Eisler's Fibuloplantaris.
Osawa's Flexor digitorum profundus.
Mc Murrich's Fibulo-plantaris.

Dieser Muskel verhält sich vollständig wie der ihm entsprechende Muskel am Arme, nur hängt er hier noch intimer mit den Contrahentes digitorum zusammen.

Er entspringt bei *Siredon* von fast den proximalen $^2/_3$ der Fibula, bei *Necturus* von der proximalen $^1/_2$ uud bei *Salamandra* und *Menopoma* von fast der proximalen $^1/_2$. Wie am Arme geht er zwischen dem Flexor accessorius medialis und dem Flexor accessorius lateralis (oder dem ihm entsprechenden Muskelteil).

[1]) Mit Ausnahme der proximalen Enden.

[2]) Mit Ausnahme des proximalen Endes.

[3]) Es ist sehr schwierig, bei den Affen die bestimmte Insertion des Tibialis posticus anzugeben. Siehe Rosenfeld (1898).

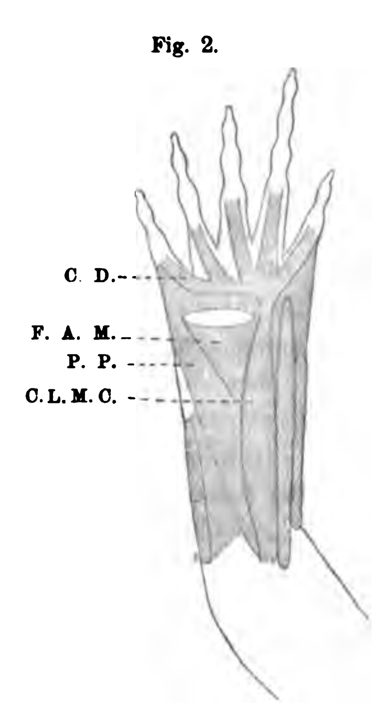
[4]) Man hat mich darauf aufmerksam gemacht, dass dieser Name kein glücklicher ist; da ich ihn aber bei der Beschreibung der Armmuskulatur gebraucht habe, kann ich ihn hier nicht ändern, ohne Verwirrung zu erregen.

Am Tarsus geht er in eine Sehne über die quer über den Tarsus, meistens von Tarsale II zu Tarsale V geht, sich etwas an den zwischenliegenden Tarsalia befestigend. Von dieser Sehne entspringen die Contrahentes digitorum. Bei *Menopoma* ist dieser quer über den Tarsus gehende Teil nicht sehnig, sondern muskulös.

Bei den anderen Tetrapoden werden wir keine Spuren dieses Muskels zu sehen bekommen. Ich habe schon bei der Beschreibung des entsprechenden Muskels am Arme ausgesprochen, dass dieser Muskel wahrscheinlich einmal mit den Contrahentes digitorum zusammen einen tiefen Flexor bildete.

PERRIN sagt von ihm: »Il est assez probable, qu'on est en présence d'un muscle en voie d'évolution ou de disparition.»

Fig. 2.



Siredon. Beugeseite. Flexor primordialis communis und der den Flexor accessorius lateralis repräsentierende Teil sind entfernt.

Urodela.

Contrahentes digitorum.

Fig. 2.

Die kurzen Teile von HOFFMANN's Fibulae metatarsi et digiti I—V.

Die kurzen Teile von HUMPHRY's Flexor digitorum profundus.

PERRIN's Fléchisseur profond de la première (II, III, IV, V) phalange.

EISLER's Flexores breves medii s. Contrahentes digitorum.

OSAWA's Flexores digitorum profundi breves.

Mc MURRICH's Flexor brevis medius.

In ähnlicher Weise wie an der Hand entspringen hier die Contrahentes von dem quer über die Tarsalia ausgespannten Sehnenbande, womit das Caput longum musculorum contrahentium endigt.

Bei *Salamandra* inserieren sie an der Basis der Grundphalangen der Zehen II—V, sowie an Metatarsale I.

Bei *Menopoma* inserieren sie an der Basis der Grundphalangen, sowie an der Tibialseite der Metatarsalia I und II und an beiden Seiten der Metatarsalia III--V (besonders kräftig an der Fibularseite des Met. V). Der Contrahens für I bekommt hier eine Verstärkung, die selbständig von Tarsale II entspringt.

Bei *Siredon* scheint ihre Insertionsart vielfach zu variieren: sie inserieren an der Basis der Grundphalangen der Zehen I—IV, an den beiden ersten Zehen oft auch an dem Metatarsale, an den Zehen III und IV zuweilen an beiden Zeiten des Metatarsale, meistens nur an der Fibularseite; an der Zehe V inseriert der Contrahens nur an dem Metatarsale, aber an beiden Seiten.

Bei *Necturus* inserieren sie nur an der Basis der Grundphalangen.

Anura.

Contrahentes digitorum.

HOFFMANN's Metatarso II — metatarsum I minor.

PERRIN's Fléchisseur profond de la première (II, III) phalange + Adducteur accessoire du cinquième métatarsien.

GAUPP's Flexor teres hallucis.

An der Hand der Anura fanden wir Contrahentes, die von der distalen Carpalreihe zu der Basis der Grundphalangen gingen und die ihre Contrahentes-Natur deutlich dadurch zeigten, dass sie ventral vom Nerven lagen. *Discoglossus* besass solche Muskeln für alle Finger. Später unterlagen sie einer Reduktion, so dass *Rana* solche Muskeln für die Finger II, IV und V, *Bufo* nur für III und V besass.

Anfangs war ich nicht sicher darüber, ob auch hier am Fusse Contrahentes auftreten, aber durch die Abhandlung PERRIN's auf das Verhalten dieser Muskellage bei *Bombinator* aufmerksam gemacht, habe ich diesen untersucht und mich ganz bestimmt von der Anwesenheit der Contrahentes am Fusse überzeugt.

Bei *Bombinator*, der wie *Discoglossus* an der Hand Contrahentes für alle 4 Finger besitzt, ist diese Lage nicht vollständig, denn der Contrahens für die Zehe IV fehlt. Sonst verhält sich die Lage in der typischen Weise, entspringt von der Tarsalreihe, um zu der Basis der Grundphalangen und zur Fibularseite des Metarsale V [1]) (diese Insertion kam schon bei *Menopoma* und *Siredon* vor) zu gehen. Ihre Lage, ventral vom Nerven, der von der fibularen Seite unter sie eindringt, macht ihre Contrahensnatur unzweifelhaft. Bei *Discoglossus* ist die Lage noch reduzierter, weil hier nur Contrahentes für die Zehen I, II und V existieren (von dem letzten Muskel ist aber nur der Teil vorhanden, der zu Metatarsale V geht).

Bei *Rana* und *Bufo* ist die Lage noch reduzierter, da nur noch ein Contrahens, der für die Zehe I, existiert. PERRIN homologisiert die zu den Grundphalangen gehenden Muskeln mit den Contrahentes der Urodelen, sagt aber merkwürdigerweise, kein Homologon für den zu Metatarsale V gehenden Muskel bei den Urodelen finden zu können.

Chelonia.

Contrahentes digitorum,

Wahrscheinlich Teile von HOFFMANN's Tarso-digiti I—V.

GADOW scheint diese Muskeln nicht untersucht zu haben.

Es existiert eine dünne Muskellage, die ventral von den Nerven liegt, aber intim mit den dorsal von den Nerven liegenden Muskeln zusammenhängt. Sie besteht aus 4 Muskeln, die sehnig von Metatarsale V entspringen und zu der Basis der Grundphalangen I—IV gehen. Zu dieser Lage gehört auch ein Muskel, dessen

[1]) PERRIN beschreibt den Muskel zu V als zwei selbständige Muskeln, was bei meinen Exemplaren nicht der Fall war.

Ursprung hier zu der Sehne des Pronator profundus verlegt worden ist und der an der Basis der Grundphalanx I inseriert; er entspricht dem Teile des ersten Contrahens von *Menopoma*, der von Tarsale II entspringt.

Sauria.

Contrahentes digitorum.

Fig. 13.

HOFFMANN's Tarso-digitalis primus + Tarso-digitales.
GADOW's Dritte Plantare Schicht.
PERRIN's Fléchisseur de la première phalange + Déducteur du premier (II, III, IV) doigt.
Mc MURRICH's Flexor brevis medius stratum profundum.

Ich halte diese Muskeln, weil sie ventral von den Fussteilen der Beugenerven liegen, für die Contrahentes digitorum.

Die Lage besteht aus 5 Muskeln. Der erste entspringt von der Tarsalfascie und von der Sehne des Pronator profundus, um an der Basis der Grundphalanx I zu inserieren; seine Lage im Verhältnis zu den Nerven ist nicht deutlich, denn der Stamm des Nervus interosseus liegt neben ihm, aber da er, wie die Muskeln dieser Lage, an der Grundphalanx inseriert und deutlich dem bei *Menopoma* und den Cheloniern beschriebenen Muskel entspricht, halte ich ihn für einen Contrahens. Die anderen 4 Muskeln, die deutlich ventral von den Nerven liegen, entspringen von Metatarsale V, die drei fibularen meistens mittels einer gemeinsamen Sehne. Sie inserieren an den Zehen I—IV, in der Gegend des Metatarso-phalangealgelenkes, an den längs der Fibulaseite dieser Zehen ziehenden Sehnen der Interossei. Der Muskel für IV ist relativ klein.

Bei *Varanus*, wo der Muskel für IV kräftig ist, inserieren sie an den Sehnen der Interossei erst in der Gegend des ersten Interphalangealgelenkes.

Bei *Agama colonorum* fehlt nach PERRIN (1895) der Contrahens für IV; nach demselben Verfasser fehlt bei *Sphenodon* dieser Muskel, sowie der Contrahens für III.

SHUFELT's (1890) Abductor hallucis + Adductores digitorum entsprechen den Contrahentes.

Crocodilia.

Contrahentes digitorum.

Von HOFFMANN nicht beschrieben.
GADOW's IX + X b (aus der vierten plantaren Schicht).

Der tibialste dieser Muskeln ist hier relativ kräftig; er entspringt von einer von dem Metatarsale V ausgehenden, am Tarsus heftenden Sehne, sowie von Cuboideum, um breit an der Basis der Grundphalanx I zu inserieren.

Von den anderen 4 Contrahentes der Saurier findet man hier nur 2 schwache Reste. Sie entspringen mittels gemeinsamer Sehne von Metatarsale V, und gehen in der Gegend des Metatarso-phalangealgelenkes in dünne Sehnen über. Die Sehne

des ersten Muskels befestigt sich am Distalende der Grundphalanx I. Die Sehne des anderen Muskels vereinigt sich mit dem Lumbricalis (Flexor brevis superficialis der Lage II b) für II zu einer Sehne, die sich am Distalende der Grundphalanx II befestigt.

Bei *Caiman* und *Alligator*, wo die Zehe II keinen Lumbricalis hat, existiert dagegen ein Muskel dieser Lage für I, der sich mit dem fibularen, schwachen Contrahens für I vereinigt, in derselben Weise wie bei *Crocodilus* der Lumbricalis sich mit dem Contrahens für II vereinigte.

Bei einem Exemplar von *Alligator* habe ich doch einen Lumbricalis für II gesehen, der sich mit dem Contrahens für II in üblicher Weise vereinigte.

Säugetiere.

Contrahentes digitorum.

Diese Muskeln, die auch Adductoren genannt werden, haben sich bei den meisten Säugetieren mehr oder weniger erhalten. Sie liegen immer ventral von dem, die tiefen, kurzen Zehenmuskeln versorgenden Nerven.

Ruge (1878) beschreibt bei *Ornithorhynchus* 6 Contrahentes, 2 für die Zehe V und je einen für die übrigen 4 Zehen. Cunningham (1882) hat bei *Ornithorhynchus* keinen Contrahens für die Zehe II gefunden, er hält den einen der Muskeln für V für den Abductor digiti V. Ich habe auch keinen Contrahens für die Zehe II gefunden. Der Contrahens für V inseriert längs der ganzen Tibialseite der Grundphalanx, sowie an der Basis der Phalanx 2. Den anderen Muskel für V, den Ruge für einen Contrahens hält, habe ich schon oben — pag. 46 – beschrieben.

Bei *Echidna* hat Cunningham (1882) einen Contrahens für jede Zehe gefunden, sowie ein schwaches Muskelbündel, das zu der Zehe IV geht. Westling (1889) beschreibt 6 Contrahentes, aber der eine von den beiden Muskeln für V ist der Abductor digiti V. Ich habe dasselbe Verhalten wie Cunningham gefunden, doch waren die Contrahentes — besonders die 3 fibularen — kräftiger als in der Zeichnung in Cunninghams Arbeit.

Ich muss jedoch gestehen, dass ich nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob der hier erwähnte Muskel für I wirklich ein Contrahens ist.

Unter den Marsupialern ist diese Lage gut ausgebildet und inseriert an den meisten Zehen. Doch strebt die Lage bei den meisten dahin, eine quere Richtung einzunehmen. Bei den Dasyuriden ist dies am wenigstens ausgesprochen, so bei *Phascologale flavipes*, wo 4 kräftige Contrahentes von Tarsus zu den Zehen, mit Ausnahme des Medius, gehen. Bei *Dasyurus* scheint nach Cunningham (1882) die Querrichtung mehr ausgesprochen zu sein; hier geht noch ein kleiner Contrahens zu dem Zehenrudiment. Bei *Thylacinus* finden wir nach ihm ein Verhalten, welches mehr mit dem von *Phascologale* übereinstimmt; nur existiert hier kein Hallux.

Bei den anderen von mir untersuchten Marsupialiern war die quere Richtung der Muskelfasern vorherrschend, so dass der Muskel hauptsächlich von der

Basis der Zehen IV und V zu den Zehen I und II ging. Nur befestigte sich der Muskel bei *Phascolarctos* auch an der Basis des Metatarsale III; bei *Trichosurus* befestigte er sich nicht an III und IV. *Cuscus* verhält sich nach CUNNINGHAM wie *Phascolarctos*.

Bei den Chiroptera verhält sich diese Muskellage in ähnlicher Weise. Man kann hier von einem gemeinsamen, fächerförmigen Muskel sprechen. Bei *Phyllostoma* inseriert er an allen Zehen, bei *Vesperugo noctula* an allen mit Ausnahme des Medius, bei *Pteropus* an I, IV und V. Nach MACALISTER (1872) sollte er bei *Pteropus* auch an III inserieren, nach HUMPHRY (1868/69) und nach CUNNINGHAM (1882) aber nur an I und V. Sein Verhalten bei den übrigen Chiroptera wird von MACALISTER nicht beschrieben. Nach MAISONNEUVE (1878) inseriert er bei *Vespertilio* nur an I, II und V.

Bei *Galeopithecus* existieren nach LECHE (1886) 3 Contrahentes (I, II, V).

Bei den Land-Carnivoren findet man (CUNNINGHAM 1882, WINDLE und PARSONS 1898) Contrahentes für II und V, sowie für I, wenn diese Zehe nicht rudimentär ist. Der Contrahens V inseriert auch (nach CUNNINGHAM nicht bei *Meles taxus*) an Metatarsale V; zuweilen wird dieser Muskelteil unrichtigerweise Opponens digiti V genannt. Bei allen von mir untersuchteten Carnivoren fand ich dieses Verhalten. Nach CARLSSON (1902) hat *Eupleres* Contrahentes für II und V. Bei *Trichecus* hat CUNNINGHAM (1882) nur einen Contrahens (für I) gefunden.

Unter den Insectivoren hatte *Centetes* 3 (I, II, V); bei *Erinaceus* sah ich einen schwachen Contrahens V.

Nach DOBSON (1882) haben *Solenodon* und *Potamogale* 3 (I, IV, V), *Myogale* 1 (I), *Gymnura* 1 (II) und *Chrysocloris* keinen. Bei *Talpidae* scheinen sie zu fehlen. Es scheint mir jedoch, dass bei *Talpa* ein paar Reste dieser Lage (für II und III) existieren.

Nach ÄRNBECK CHRISTIE-LINDE (1906) fehlen sie bei *Crocidura murina.*

Bei den Edentaten haben nach PARSONS (1899) *Cyclothurus*, *Dasypus*, *Tatusia* und *Orycteropus* Contrahentes für I und V, *Tamandua* auch für II, Nach CUNNINGHAM hat *Dasypus sexcinctus* 4 Contrahentes (für I, II, IV, V), *Bradypus* aber keinen. Der von mir untersuchte *Dasypus sexcinctus* hatte nur Contrahentes für I und V, sowie einen eigentümlichen, quer über den distalsten Teile des Tarsus laufenden Muskel.

Bei *Hyrax* habe ich mit CUNNINGHAM 2 Contrahentes (II, IV) gefunden.

Unter den von mir untersuchteten Nagern hatte *Lepus* 2 (II, V), *Hystrix* 2 (I, V), *Cavia* 1 (II), *Sciurus* 1 (V), *Cynomys* 1 (V) und *Mus* keinen.

PARSONS (1894, 1896) hat bei Hystricomorpha und Sciuromorpha (mit Ausnahme von den Dipodidae und Caviidae) 2 Contrahentes gefunden (I oder II und V), bei den Myomorpha nur einen (zu II, in einigen Fällen zu I). CUNNINGHAM findet bei *Lepus* 2 (II, V), bei *Bathyergus capensis* und *Mus capensis* keinen, bei *Castor fiber* 1 (I) und bei *Coelogenys paca* 3 (I, II, V).

Bei *Tarsius* gehen Contrahentes[1]) zu allen Zehen, ebenso bei *Lepilemur* und *Lemur*. Der Muskel für I entspringt teilweise neben den anderen. Aber da er sich vergrössert hat, ist sein Ursprung längs des Contrahens für II gewandert[2]), so dass er von diesem Muskel, sowie von der Basis der Grundphalanx II entspringt. Er inseriert an der Fibularseite der Basis der Phalangen 1 und 2 des Hallux. Hier ist also die Entwicklung dieses Muskels in anderer Weise vollbracht denn die des ähnlichen Hallux-Muskels der Marsupialia. Bei diesen, sowie bei den Chiroptera, strebten alle Contrahentes danach, eine quere Richtung einzunehmen und der Halluxmuskel ist nur ein Teil der zuweilen recht einheitlichen Muskelplatte. Hier ist es nur der Halluxmuskel, der, da er sich bedeutend vergrössert, die quere Richtung bekommt; die anderen Contrahentes bleiben schwach und behalten ihre primitive Orientierung.

Dieser Unterschied scheint mir dafür zu sprechen, dass die Gegensetzlichkeit des Hallux der Primaten nicht in phylogenetischem Zusammenhang steht mit demselben Phänomen bei den Marsupialia.

Unter den Affen finden wir zuweilen einen noch ungespalteten Contrahens I[3]), der also sowohl den Ursprung des Adductor obliquus als des Adductor transversus hat und daneben von einem zwischen beiden Ursprungsstellen ausgespannten Sehnenstreifen entspringt; dieses primitive Verhalten des Muskels finden wir z. B. bei *Inuus*. Oft ist doch der mittlere, von dem Sehnenstreifen entspringende Teil des Muskels verschwunden; die beiden erhaltenen Teile sind dann die beim Menschen Adductor obliquus und Adductor transversus genannte Muskeln. Ein solches Verhalten findet man z. B. bei *Cercopithecus*, *Cercocebus* und *Cynocephalus*. Der Contrahens I scheint auch an der Basis der Phalanx II zu inserieren.

Bei *Hapale* existierten proximal entspringende Contrahentes für alle Zehen; ein sehr schwacher Transversusteil entspringt von der Basis der Grundphalanx III.

Bei *Ateles* war die Contrahentes-Lage nur schwach entwickelt. Sonst habe ich bei den von mir untersuchten Affen neben dem grossen Contrahens I, (oder seinen Teilen) Contrahentes für die Zehen II, IV und V gefunden[4]).

Unter den Anthropoiden hat nach Bischoff (1870) der *Schimpanse* und *Hylobates* den vollständigen Contrahens I, der *Gorilla*, und der *Orang* dagegen die getrennten Teile. Hepburn (1892) scheint nur bei *Hylobates* den vollständigen Muskel gefunden zu haben. Dagegen hat Ruge (1878) beim *Orang* und Sommer (1906) beim *Gorilla* den vollständigen Muskel gesehen. Bischoff hat beim *Schimpansen* und *Hylobates leuciscus* einen Contrahens V gefunden. Hepburn hat diesen Muskeln auch gefunden und bei *Hylobates* auch einen Contrahens IV.

---

[1]) Burmeister beschreibt bei *Tarsius* nur Contrahentes für I, II und V.

[2]) Diese Wanderung wiederholt sich wie bekannt in der Ontogenie. Siehe für dies: Ruge, Entwicklungsvorgänge an der Muskulatur des menschlichen Fusses. Morph. Jahrb. Bd. IV, 1878.

[3]) Siehe: Lebouco, Les muscles adducteurs du pouce et du gros orteil. Arch. Biol., T. 13, 1893.

[4]) Nach Bischoff (1866) hat *Ateles* Contrahentes für alle Zehen mit Ausnahme für III, *Cynocephalus maimon*, *Macacus cynomolgus*, *Cercopithecus sabaeus*, *Pithecia hirsuta* dasselbe; bei *Hapale penicillata* wurde der Contrahens für IV auch vermisst.

Urodela.

Flexores breves profundi.

HOFFMANN's Tarso-metatarsi I—V + Fibulae-Metatarsum V.
HUMPHRY's Tarso-metatarsales + Abductor minimi digiti.
PERRIN's Fléchisseur primitif du premier (II, III, IV) métatarsien + Déducteur du fibulaire + Déducteur du cinquième métatarsien.
EISLER's Flexores breves profundi.
OSAWA's Mm. tarso-metatarsales + M. abductor digiti quinti.
Lateral slips von Mc MURRICH's Flexor brevis profundus + Abductor ossis metatarsi quinti.

Wenn man die Contrahentes digitorum entfernt, erblickt man, wie am Arme, diese Lage, die aus 5 (bei *Necturus* natürlich nur 4) kleinen Muskeln besteht, die von der distalen Tarsalseite zu den Metatarsalia gehen.

Sie entspringen in folgender Weise:

Bei *Siredon*: 1) von Tarsale II 2) von den Tarsalia II und III 3) von den Tarsalia III und IV 4) von den Tarsalia IV und V 5) von Fibulare und Tarsale V.

Bei *Salamandra:* 1) von Tarsale II 2) von den Tarsalia II und III 3) von den Tarsalia III und IV 4) von den Tarsalia IV und V 5) von den Tarsalia IV und V (liegt etwas über dem vorigen).

Bei *Menopoma*: 1) von Tarsale II 2) von den Tarsalia II und III 3) von den Tarsalia III und IV 4) von Tarsale IV und Fibulare 5) von Tarsale V und Fibulare.

Bei *Necturus:* 1) von Tarsale III 2) von den Tarsalia III und IV-V 3) von Tarsale IV-V 4) von Tarsale IV-V und Fibulare.

Sie inserieren am grössten Teile des Metatarsale; in ihrer Insertion macht der Ursprung jedes Flexor minimus einen dreieckigen Einschnitt.

Man findet bei allen einen kleinen Muskel, der von der Flexorseite her innerviert wird, und der wohl zu dieser Lage gehört. Er entspringt vom Distalende der Fibula und inseriert bei *Salamandra* und *Necturus* an Fibulare, bei *Siredon* an Fibulare und Met. V, bei *Menopoma* an Fibulare, Tarsale V und Met. V. Bei *Salamandra* existiert auch ein kleiner Muskel, der von Fibulare zu Met. V geht; ursprünglich machte wohl dieser mit den vorigen einen einzigen Muskel aus. Es ist dies der Muskel oder ein Teil von ihm, den ich bei den Reptilien als Flexor metatarsi V beschreibe.

Interossei.

HOFFMANN's Interossei metatarsales.
HUMPHRY's Interossei metacarpales (wohl ein lapsus calami).
PERRIN's Premier (II, III. IV) intermétatarsien.
EISLER's Interossei.
OSAWA's Mm. interossei.
Mc MURRICH's Intermetatarsales.

Wenn man die Flexores breves profundi entfernt, erblickt man, wie am Arme, die Interossei, Sie entspringen von einem Teile der Tibialseite der Metatarsalia II—V, um an fast der ganzen Fibularseite der Metatarsalia I—IV zu inserieren.

Anura.

Flexores breves profundi.

HOFFMANN's Metatarso II — metatarsum I major + Tarsali-fibulari metatarsum II, III, IV + Tarsali fibulari — metatarsum V.

PERRIN's Fléchisseur du premier métatarsien + Déducteur du deuxième (III, IV, V) doigt.

GAUPP's Opponens hallucis + Flexor ossis metatarsi digiti II (III, IV) + Abductor brevis plantaris digiti V.

Diese Muskeln sind deutlich den Flexores breves profundi der Urodelen homolog. Doch haben sie hier einen anderen Ursprung bekommen, was ja notwendig wurde, da die distale Tarsalreihe verkümmerte; nur der tibialste der Muskeln hat den primitiven Ursprung behalten, weil am tibialen Rande noch distale Tarsalstücke erhalten sind.

Sie entspringen: der erste von Centrale und dem fibular davon liegenden Tarsalstück, bei *Rana* nur von diesem Stück, die übrigen von einem vom Distalende des Fibulare entspringenden Sehnenbande.

Sie inserieren an der ganzen Fibularseite der Metatarsalia. Der vierte dieser Muskeln, der bei *Discoglossus* dieselbe relative Grösse wie die anderen hat und darum der grösste ist, ist bei den anderen von dem Interosseus zurückgedrängt worden, so dass er bei *Bufo* nur zur proximalen Hälfte des Metatarsale IV geht und bei *Rana* zu einem ganz schwachen Muskel geworden ist, der am Proximalende des Metatarsale IV inseriert.

Interossei.

HOFFMANN's Metatarso I — metatarsum II + Metatarso II — metatarsum III + Metatarso III — metatarsum V.

PERRIN's Premier (II, III, IV) inter-métatarsien.

GAUPP's Transversi metatarsi.

Wir finden hier die Interossei der Urodelen wieder, die jedoch, im Verhältnis zur Länge der Metatarsalia, nicht so gross sind wie bei den Urodelen. Bei *Discoglossus* und *Bufo* entspringen sie proximal und ziehen in schräger Richtung, mit Ausnahme des vierten Interosseus bei *Bufo*, der als ein relativ schwacher Muskel im distalen Teile des Met. V entspringt und in querer Richtung zu Metatarsale IV geht. Bei Rana haben sie alle diese quere Richtung, was wohl ein sekundäres Phänomen ist, entspringen aber am proximalen Teile der Metatarsalia; sie sind hier relativ schwache Muskeln. Da der vierte Interosseus bei *Rana* neben dem Ursprung des dritten Interosseus inseriert, tauschen die beiden Muskeln Fasern aus, so dass sie zuerst nur als ein einziger Muskel erscheinen; HOFFMANN hat sie auch als einen Muskel (Metatarso III-metatarsum V) beschrieben.

Ein kleiner Muskel (GAUPP's Abductor proprius digiti IV, PERRIN's Quatrième intermétatarsien accessoire) wird von GAUPP für einen Teil des Flexor brevis pro-

fundus IV gehalten, weil er von demselben Nerven wie dieser Muskel innerviert wird. Ich glaube dagegen mit PERRIN, dass er ein Teil des vierten Interosseus ist, der durch den Flexor brevis profundus IV von dem anderen Teil getrennt wurde; die Verhältnisse bei *Bufo*, wo die beiden Muskelteile sehr nahe aneinander liegen und wo der proximale Muskelteil in Interosseusähnlicher Weise von einer Strecke des Metatarsale V entspringt, sind es, die mir dies wahrscheinlich machen. Bei *Rana* und *Discoglossus* entspringt er nur vom Proximalende des Metatarsale V und inseriert an der proximalen $^1/_2$ des Metatarsale IV (bei *Rana* ist er relativ schwach). Bei *Bufo* inseriert er an einer kleinen Strecke neben dem vierten Interosseus und in der Verlängerung von dessen Insertionslinie.

Chelonia.

Flexores breves profundi.

Wahrscheinlich Teile von HOFFMANN's Tarso-digiti I—V.
GADOW scheint diese Muskeln nicht untersucht zu haben.

Eine dorsal von den Contrahentes liegende Muskellage, die intim mit ihnen zusammenhängt und in ungefähr derselben Weise entspringt und inseriert, ist wahrscheinlich den Flexores breves profundi der Urodelen homolog.

Flexor metatarsi V.

Von HOFFMANN nicht beschrieben.
GADOW scheint diesen Muskel nicht untersucht zu haben.

Ein kleiner Muskel der vom Distalende der Fibula zu Metatarsale V geht. Er entspricht dem Muskel der Urodelen, der vom Distalende der Fibula zum Tarsus und Metatarsale V geht oder einem Teil desselben.

Interossei.

HOFFMANN's Interossei.
GADOW scheint diese Muskeln nicht untersucht zu haben.

Die vier Interossei sind hier zweiteilig. Sie entspringen von den Tibialseiten der Metatarsalia II—V, an der Zehe V, auch von der Phalanx 1. Die proximalen Teile dieser Muskeln inserieren an den Fibularseiten der Metatarsalia I—IV, die distalen an derselben Seite der Basis der Grundphalangen derselben Zehen.

Sauria.

Interossei.

(Flexores breves profundi.)

HOFFMANN's Interossei.

GADOW's Vierte plantare Schicht.

PERRIN's Déducteur profond du premier (II, III, IV) doigt + Déducteur accessorie du quatrième doigt + Premier (II, III, IV) intermétatarsien.

Mc MURRICH's Flexores breves profundi.

Diese Muskeln entspringen von den Tibialseiten der Metatarsalia II—IV, sowie von Metarsale V (an II von einer kleineren Strecke oder von der proximalen 1/2, an III vom grösseren Teile, an IV von fast dem ganzen Metatarsale). Die proximalen Teile inserieren längs der Fibularseiten der Metatarsalia I—IV; der an Metatarsale IV inserierende Teil ist bei *Tupinambis* relativ gross und inseriert fast längs des ganzen Metatarsale IV. Bei *Varanus* inseriert er längs der proximalen 1/2 dieses Knochens. Bei den anderen ist er ein unbedeutender Muskel.

Die distalen Teile inserieren an der Fibularseite der Basis der Grundphalangen I—IV, sowie mittels einer Sehne an der Fibularseite aller Phalangen derselben Zehen. Eine Sehne geht von dem Metatarso-phalangealgelenke der Zehe V zu der Grundphalanx der Zehe IV und zu der Sehne des Interosseus für diese Zehe. Ein kleiner Teil des Interosseus für IV inseriert an einer Stelle im proximalen Teile dieser Sehne.

Bei *Lacerta* sind die beiden Teile, die an III inserieren, verwachsen.

Da diese Muskeln von den Metatarsalia entspringen, spricht der Ursprung des fibularsten dieser Muskeln von Metatarsale V dagegen, dass dieser Knochen ein Tarsale V ist.

Der proximale Teil für IV wird bei *Polychrus* vermisst. Bei *Sphenodon* und *Mabuia* ist er gross. Bei dieser entspringt er vom Cuboideum, bei jenem von Cuboideum und Metatarsale V. (PERRIN 1895)

Bei *Sphenodon* entspringen die distalen Teile dieser Muskeln der Zehen I—III auch etwas von einer den proximalen Teil deckenden Fascie. PERRIN hält sie für Teile von ursprünglich einheitlichen Muskeln; diese sollten dann natürlich die Interossei der niederen Formen sein. Es scheint dies sehr natürlich, waren doch schon bei den Cheloniern die Interossei in Teile gespalten, die an den Metatarsalia und der Basis der Grundphalangen inserierten. Der einzige Einwand, den man gegen diese Auffassung machen könnte — nämlich, dass man dann bei den Sauriern keine Repräsentanten der Flexores breves profundi findet — ist durch PERRIN beseitigt worden. Er hat bei *Sphenodon* zwei Muskeln gefunden, die unzweideutig Reste der Flexores breves profundi sind. Sie entspringen von Cuboideum, um an dem Proximalende der Metatarsalia II und III zu inserieren; jeder wurde nur an einem Exemplare gefunden. Möglich ist aber auch, dass die proximalen Teile der Interossei sich mit Teilen der Flexor breves profundi vereinigt haben und dass diese Muskeln also eine Vereinigung von zwei Muskeln sind.

Die Querbänder.

PERRIN's Adducteur du deuxième (III, IV) doigt + Die Sehne des Adducteur du cinquième doigt.

Wie an der Hand entspringen Querbänder von den fibularen Seiten der Metatarsalia I—III, um an den Tibialseiten der Zehen III—IV in derselben Weise wie die distalen Teile der Interossei zu inserieren. Das Querband, das längs der tibialen Seite der Zehe V inseriert, entspringt vom Metatarso-phalangealgelenke der Zehe V.

Ich habe dieser Querbänder erwähnt bei der Beschreibung der Lage II a der Flexores breves superficiales.

Bei *Agama* verhalten sich die Querbänder in eigentümlicher Weise, um dadurch die drei mittleren Zehen zusammenzuhalten; wegen der Beschreibung dieses Verhaltens muss ich auf die Abhandlung PERRINS's hinweisen (1895).

Flexor metatarsi V.

Fig. 8.

Vielleicht HOFFMANN's Tarso-digitalis quintus.
PERRIN's Fléchisseur profond du cinquième tarsalien.
GADOW erwähnt seiner nicht.

Ein ziemlich kräftiger Muskel, der vom Distalende der fibularen Seite des grossen, proximalen Tarsalstücks entspringt und breit am Metatarsale V inseriert. Die Innervation zeigt deutlich, dass er zur Beugemuskulatur gehört.

OSAWA erwähnt seiner nicht in der Beschreibung von *Sphenodon* (1898). Dagegen hat ihn PERRIN in seiner Abhandlung über *Sphenodon* beschrieben (1895). SCHUFELT (1890) nennt diesen Muskel Flexor fibulo-tarsalis.

Crocodilia.

Flexores breves profundi.

Fig. 14.

Von HOFFMANN nicht beschrieben.
GADOW's Vierte plantare Schicht (mit Ausnahme der dorsalen 1/2 des X s).

Wir finden diese Muskellage bei den Crocodiliern wieder, deutlich von den Interossei getrennt. Sie besteht aus vier kräftigen Muskeln, die längs der ganzen Schäfte der Metatarsalia inserieren. Sie entspringen in folgender Weise:

1) von der kräftigen, die Tarsalknochen deckenden Fascie.
2) von Cuboideum.
3) » »
4) von Metatarsale V.

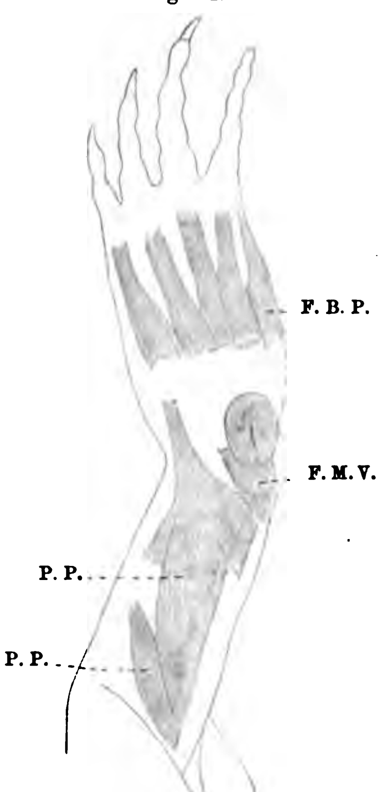
Flexor metatarsi V.

Fig. 11, 14.

Von HOFFMANN nicht beschrieben.
GADOW erwähnt seiner bei dem Tibialis posticus.

Er ist hier ein relativ kräftiger Muskel, der von einer Stelle im distalsten Teile der Fibula entspringt, um am Proximalende und am grössten Teile der Innerseite des Fibulare zu inserieren.

Fig. 14.



Alligator. Beugeseite. Flexor primordialis communis, Flexor accessorius, die Flexores breves superficiales und die Contrahentes digitorum sind entfernt.

Interossei.

Von HOFFMANN nicht beschrieben.
GADOW's Fünfte, intermetatarsale Schicht + die dorsale 1/2 des X 2 (aus der vierten plantaren Schicht) + XII.

Die beiden tibialen dieser Muskeln sind schwach und einfach. Sie entspringen von der Tibialseite der Basis der Metatarsalia II und III, um längs der Fibularseite des Metatarsale und an der Fibularseite der Grundphalanx der Zehen I und II zu inserieren. Die beiden letzten Muskeln sind bedeutend kräftiger als die beiden ersten. Der dritte Muskel ist wie bei den Sauriern zweiteilig. Er entspringt von der Tibialseite der Basis des Metatarsale IV; der proximale Teil inseriert längs der Fibularseite des Metatarsale III, der distale am Distalende der Grundphalanx III. Der vierte Muskel ist auch zweiteilig. Er entspringt vom Metatarsale V; der proximale Teil inseriert längs der Fibularseite des Metatasale IV, der distale am Distalende der Grundphalanx IV.

Die Querbänder der Saurier finden wir auch hier wieder. Sie entspringen von der Mitte der Fibularseite der Metatarsalia I—III, um an der Tibialseite der Basis der Grundphalangen II—IV zu inserieren. Sie sind aber hier bedeutend schwächer als bei den Sauriern.

Säugetiere.

Flexores breves profundi.

Interossei.

Da CUNNINGHAM (1882) in meisterhafter Weise eine Beschreibung dieser Muskeln gegeben hat, kann ich mich hier kurz fassen. Ich schliesse mich diesem Verfasser in allem an, nur dass die Abductores hallucis und digiti V für mich eine spezielle Lage ausmachen. Ich halte nämlich, wie schon oben erwähnt wurde, diese Muskeln für Abkömmlinge der Flexores breves superficiales der Amphibien und Reptilien.

Wir finden hier die Flexores breves profundi sowie die Interossei der Urodelen wieder, nur inserieren die Flexores breves profundi nicht länger an den Metatarsalia sondern, wie an der Hand, an den Grundphalangen und sind in ihren distalen Teilen gespalten. Meistenteils findet man beide Lagen vollständig wieder; oft aber sind sie intim verwachsen, so dass eine genaue Zergliederung sehr schwierig wird. Wie an der Hand haben die tibialen Interossei ihre Ursprungs- und Insertionspunkte verändert [1]) und sämtliche Interossei richten sich nach einer der Zehen (II, III oder IV). Bei den Carnivoren findet man im allgemeinen sämtliche Interossei [2]). Obgleich mit den Flexores breves profundi [3]) verwachsen, kann man noch die Grenzen zwischen den Muskeln sehen; die Interossei sind also nicht, wie WINDLE und PARSONS (1898) glauben, verschwunden. Mit HUMPHRY (1868/69) habe ich keine Interossei bei *Pteropus* gefunden. Bei *Dasypus sexcinctus* wurden die Flexores breves profundi durch Bänder ersetzt.

Ich schliesse mich unbedingt der Auffassung CUNNINGHAM's an, nach der der Flexor brevis hallucis den ersten Flexor brevis profundus darstellt, die zwei ersten Interossei plantares Reste der Flexor breves profundi für III und IV und der letzte Interosseus plantaris mit dem Flexor brevis dig. V zusammen den fünften Flexor brev. prof.

Wie CUNNINGHAM habe ich bei *Ornithorhynchus* Flexores brev. prof. für alle Zehen, mit Ausnahme für V, gefunden; der erste war, wie er beschrieben hat, doppelt. Wie er habe ich auch bei *Ornithorhynchus* die 4 Interossei gefunden; sie sind mit den Flexores brev. prof. intim verwachsen.

Bei *Echidna* habe ich dieselben Muskeln wie CUNNINGHAM gefunden, doch anstatt der von ihm Flexor brevis indicis und Second dorsal interosseus genannten Muskeln einen kräftigen, zwischen den Metatarsalia II und III gehenden Muskel. Es scheint mir auch möglich, den von CUNNINGHAM Abductor hallucis genannten Muskel als einen Teil des Flexor brevis aufzufassen.

---

[1]) Bei *Phyllostoma* existiert ein vermittelndes Verhalten, da die Interossei von beiden Zehen entspringen und an beiden Zehen sehnig inserieren.

[2]) WINDLE und PARSONS' Third layer of deep foot muscles.

[3]) » » » Second layer of deep foot muscles

Urodela.

Flexores digitorum minimi.

HOFFMANN's Metatarso›phalangei.
HUMPHRY's Metacarpo-phalangei (wohl ein lapsus calami).
PERRIN's Fléchisseur primitif de la première (II, III, IV) phalange.
OSAWA's Mm. metatarso-phalangeales.
›Median slips› von MC MURRICH's Flexor brevis profundis.

Wie an der Hand finden wir hier kleine Muskeln, die von der Mitte oder dem distalen Teil der Metatarsalia zu den Bases der Grundphalangen gehen. Ihr Ursprung macht einen dreieckigen Einschnitt in die Insertion jedes Flexor brevis profundus.

Interphalangei III und IV.

HOFFMANN's Phalangi I phalanx II digiti III, IV.
HUMPHRY's Phalangei
PERRIN's Fléchisseur primitif de la trosième (IV) phalangine. + Fléchisseur primitif de la IV phalanginette.
Von EISLER nicht erwähnt.
OSAWA's Mm. phalangeales.

Wie am Arme der vierte Finger, der 3 Phalangen hatte, einen Interphalangeus trug, so findet man an der dritten, sowie der vierten Zehe, die beide 3 Phalangen haben, einen Muskel, der von der ersten zur zweiten Phalanx geht. Bei *Siredon*, wo die vierte Zehe 4 Phalangen hat, existiert an dieser Zehe noch ein Interphalangeus, der von der Phalanx 2 zur Basis der Phalanx 3 geht. Bei *Necturus* hat dagegen nur die Zehe IV einen Interphalangeus.

Anura.

Flexores digitorum minimi.

HOFFMANN's Metatarso II phalanx I digiti II + Metatarso III phalanx I digiti III + Metatarso IV phalanx I digiti IV + Metatarso V phalanx I digiti V.
PERRIN's Fléchisseur primitif de la deuxième (III, IV, V) phalange.
GAUPP's Transversi metatarsi.

Wie am Arme, finden wir Muskeln dieser Lage für alle Zehen mit Ausnahme der medialsten. Sie sind hier relativ kräftiger entwickelt als am Arme und entspringen von einer Stelle in der Mitte des Metatarsale, um an der fibularen Seite der Basis der Grundphalanx zu inserieren. Bei *Rana* und *Bufo* war der Ursprung zweier dieser Muskeln am Arme zur Seite geschoben, so dass sie dorsal von den Interossei entsprangen. Diese Verlegung des Ursprunges finden wir hier am Fusse nicht wieder; doch liegt ein kleiner Teil des Ursprunges dieser Muskeln für die Zehen II und III bei *Rana* dorsal von dem Interosseus zwischen I und II und dem zwischen II und III. Die beiden anderen Interossei reichen nicht so weit distalwärts, dass sie die beiden anderen Muskeln dieser Lage decken könnten.

Interphalangei.

HOFFMANN's Phalangi I phalanx II digiti III + Phalangi I phalanx II digiti IV + Phalangi II phalanx III digiti IV + Phalangi I phalanx II digiti V.

PERRIN's Fléchisseur primitif de la troisième (IV, V) phalangine + Fléchisseur primitif de la quatrième phalanginette.

GAUPP's Interphalangealis digiti III + Interphalangealis proximalis digiti IV + Interphalangealis distalis digiti IV + Interphalangealis digiti V.

Wir finden hier die drei Interphalangei des *Siredon* wieder. Aber da die Zehe V 3 Phalangen hat, besitzt sie, wie die Zehe III, auch einen Interphalangeus. Sie entspringen bei *Discoglossus* vom fast der ganzen Phalanx, bei den anderen nur von einer kleineren Strecke im proximalen Teile. Bei *Rana* fängt der Ursprung an sich zu teilen und zu beiden Seiten der Phalanx zu schieben. Bei *Bufo* ist dieser Prozess so weit vorgeschritten, dass die beiden Teile jedes Muskels weit von einander an den Seiten der Phalanx entspringen und nur nahe der Insertion verschmelzen.

Bei *Bufo* ist der tibiale Teil an der Zehe III relativ schwach und entspringt distaler als der fibulare Teil.

Fig. 15.

N. I. N. F.

Siredon. Beugeseite. Flexor primordialis communis und der den Flexor accessorius lateralis repräsentierende Teil sind entfernt.

Beugenerven.

Urodela.

Fig. 15.

Bei *Siredon* und *Salamandra* finden wir an der Beugeseite des Unterschenkels und Fusses fast vollständig dasselbe Verhalten der Nerven wie an den entsprechenden Teilen der vorderen Extremität. Bei *Siredon* [1]) dringen 2, von der Beugeseite des Oberschenkels kommende Nerven unter den Flexor primordialis communis ein. Der fibulare dieser Nerven — N. fibularis [2]) — erstreckt sich längs des Caput longum musculorum contrahentium und giebt während seines Laufes im Unterschenkel 3 Äste ab. Am Fusse angelangt, dringt er von der fibularen Seite zwischen die Contrahentes digitorum und die Flexores breves profundi ein; hier verteilt er sich zu den kurzen Zehenmuskeln der fibularen Seite und anastomosiert mit dem N. interosseus. Der erste der drei Äste des Nervus fibularis geht zu dem Flexor primordialis communis. Der zweite Ast, den ich Ramus medianus [3]) nenne, sendet dem Fl. prim. comm. einen kräftigen Zweig, innerviert

[1]) Siehe RIBBING 1906.

[2]) HOFFMANN's Ramus lateralis n. ischiadici, OSAWA's N. tibialis lateralis, HUMPHRY's External popliteal.

[3]) OSAWA's N. tibialis intermedius.

das Caput longum musculorum contrahentium, sowie den grossen Flexor accessorius medialis und dringt zuletzt in die Sehne des Fl. prim. comm. ein. Der dritte Ast geht zur kurzen Muskulatur der Zehe V. Der zweite Nerv — N. interosseus [1]) — dringt unter den Pronator profundus ein, innerviert diesen Muskel, sendet einen kräftigen Ast [2]) zwischen Tibia und Fibula zu der Streckseite und dringt zwischen die Contrahentes digitorum und die Flexores breves profundi ein; hier verteilt er sich zu den kurzen Zehenmuskeln der tibialen Seite und anastomosiert mit dem N. fibularis. Distal von Pronator profundus sendet er dem Fl. accessorius medialis einen schwachen Zweig. Denselben Zweig habe ich auch bei *Salamandra* und *Necturus* gesehen. Beide Nerven senden kurze Zweige zu den Flexores breves superficiales hinauf.

Welche Nerven an beiden Extremitäten ich mit einander vergleiche, ist schon aus den Namen ersichtlich.

Bei *Salamandra* verhalten sich die Nerven im ganzen wie bei *Siredon;* doch trennt hier der N. fibularis einen Flexor accessorius lateralis deutlich von dem Flexor primordialis communis. Dies tut dieser Nerv bei *Siredon* nicht; denn, in Übereinstimmung mit dem Verhalten am Arme, liegt der Nerv fast immer unter dem Flexor accessorius medialis, der also hier, wo der Ursprung des Fl. prim. comm. so weit distalwärts reicht, mehr als ein Teil dieses Muskels erscheint. Bei *Salamandra* sendet N. interosseus keinen Ast zur Streckseite.

Bei *Cryptobranchus* verhalten sich nach Osawa (1902) die Nerven in derselben Weise wie bei *Siredon;* doch entspringt hier der Ramus medianus von dem Nervus interosseus und sendet 2 Anastomosen zu dem N. fibularis.

Bei *Necturus* verhält sich der N. fibularis in anderer Weise. Im Oberschenkel liegen 2 Stämme nebeneinander, von denen sich der eine schon im distalen Teile des Oberschenkels in den relativ schwachen N. fibularis und den sehr kräftigen Ramus medianus teilt. Der N. fibularis liegt hier über dem Flexor primordialis communis, an seiner fibularen Seite und wird also sichtbar, sobald man die Haut entfernt hat. Am Tarsus angelangt, dringt er, distal von dem Ursprunge des Fl. prim. comm., von der fibularen Seite zwischen die Contrahentes digitorum und Flexores breves profundi ein. Unterwegs hat er dem Fl. prim. comm., sowie der kurzen Muskulatur für V Zweige abgegeben. Der kräftige Ramus medianus durchbohrt die oberste Lage der proximalen Kante des Pronator profundus, verhält sich aber sonst wie bei *Siredon.* N. interosseus durchbohrt den Interosseus, verhält sich aber sonst wie bei *Siredon.*

Das Verhalten des N. fibularis bei *Menopoma* ist von der grössten Bedeutung, denn nur von dem Verhalten bei *Menopoma* lässt sich das Verhalten des N. fibularis bei den Reptilien und Säugetieren herleiten. *Menopoma* nimmt, was den N. fibularis

---

[1]) Hoffmann's Ramus medialis n. ischiadici + N. cruralis inferior posterior, Osawa's N. tibialis dorsalis, Humphry's Posterior tibial.

[2]) Hoffmann's N. cruralis inferior anterior, Osawa's Ramus communicans, Humphry's Anterior tibial.

betrifft, eine Zwischenstellung zwischen einerseits *Siredon* und *Salamandra* und anderseits *Necturus* ein.

An den beiden von mir zergliederten Exemplaren von *Menopoma* [1]) verhielt sich der N. fibularis nicht ganz in derselben Weise. Da die Nerven im Oberschenkel mit einander anastomosieren, ist es nicht so eigentümlich, wenn die Zweige nicht immer in derselben Weise entspringen. Meiner Beschreibung lege ich das Exemplar, wo die Verhältnisse in der deutlichsten Weise hervortreten, zu Grunde. Wir haben von jetzt ab ein sehr wichtiges Faktum zu berücksichtigen: die Teilung des N. filularis in 2 Nervenstämme. Bei dem erwähnten Exemplar von *Menopoma* war das Verhalten dieses: N. fibularis teilte sich, proximal vom Ursprunge des Flexor primordialis communis, in 2 Teile, von denen der eine — ich nenne ihn N. fibularis externus — wie bei *Necturus* an der äusseren Seite des Fl. pr. comm., der andere — ich nenne ihn N. fibu laris internus — wie bei *Siredon* und *Salamandra* an der inneren Seite des Fl. pr. comm. lag. Nicht weit vom Tarsus durchbricht der N. fibularis externus den Fibularursprung des Fl. prim. comm. und verschmilzt mit dem N. fibularis internus. Der gemeinsame Nerv dringt dann, wie bei den anderen Urodelen, von der fibularen Seite zwischen die Contrahentes digitorum und die Flexores breves profundi ein, sich wie bei den anderen verhaltend. Ramus medianus, der hier vom N. interosseus entspringt, nimmt weiter distal eine von diesem Nerven kommende Anastomose auf und giebt etwas weiter distal einen Zweig ab, der sich mit dem N. fibularis internus vereinigt; sonst verhält er sich wie bei den anderen Urodelen. Das Verhalten dieses Exemplares macht das Verhalten der Reptilien und Säugetieren am besten verständlich. Bei dem anderen Exemplar teilt sich der N. fibularis mehr proximal; der innere Teil verbindet sich aber mit dem N. interosseus gerade an der Stelle, wo der Ramus medianus entspringt, so dass sich also der N. fibularis internus und der Ramus medianus zu einem gemeinsamen Stamme verbunden haben. Dieser Stamm sendet dem N. fibularis eine Verbindung, die auf ihrem Wege das Caput longum musculorum contrahentium durchbricht. Sonst verhält er sich wie der Ramus medianus der anderen. Der N. fibularis, der also hier einfach erscheint, durchbricht den Fibularursprung des Fl. prim. comm. mehr proximal und empfängt bald nach dem Durchbruche die erwähnte Verbindung von dem Stamme, der den Ramus medianus, sowie den N. fibularis internus repräsentiert. Dann folgt der N. fibularis das Caput long. musc. contr., um wie immer in die kurze Zehenmusculatur einzudringen. Das Verhalten dieses Exemplares stimmt am meisten mit den Resultaten EISLER's überein. N. interosseus verhält sich wie bei *Siredon*.

Bei *Necturus* sendet N. interosseus keinen Ast zu der Streckseite. Dagegen habe ich an dem letzten von mir zergliederten Exemplare von *Menopoma*, das sehr gut konserviert war, einen solchen Ast gesehen [2]).

[1]) Ich hoffe, später mehrere Exemplare von *Menopoma* in dieser Hinsicht untersuchen zu können.

[2]) An dem ersten Exemplare konnte ich einen solchen Ast nicht finden und habe darum in einem Aufsatze (1908) irrtümlicherweise angegeben, dass ein solcher bei *Menopoma* fehle.

Anura

Wir finden hier Verhältnisse, die im hohen Grade von den Verhältnissen der Urodelen verschieden sind. Der Nervus fibularis scheint hier verschwunden zu sein; nur der bis zum Ursprung des Ramus medianus reichende Teil ist übrig geblieben. Der Nervus interosseus dagegen ist kräftig und hat den Fussteil des Nervus fibularis übernommen, innerviert also sämtliche Zehenmuskeln.

Der gemeinsame Beugenerv des Oberschenkels teilt sich, etwas proximal von der Kniebeuge, in 2 Nerven, von denen der eine zur Streckseite des Unterschenkels geht. Der andere -- der Beugenerv — teilt sich in der Kniebeuge in 2 Nerven, von denen der eine, der dem Anfange des Fibularisstammes bis zur Abgabe des Ramus medianus und dem Ramus medianus entspricht, oberflächlich liegend der tibialen Kante des Flexor primordialis communis entlang geht, diesem Muskel Zweige sendend. In der Gegend des Crurotarsalgelenkes angelangt, teilt er sich in 3 Äste, von denen 2 Hautäste sind; der dritte sendet Zweige zu den Teilen a) und b) des Flexor accessorius und verliert sich im Teil c) dieses Muskels. Der andere Nerv — N. interosseus — dringt von der tibialen Seite her unter den Flexor primordialis communis ein und dringt durch die Rinne des Teiles a) des Pronator profundus unter diesen Teil ein, ihn innervierend. An der distalen Seite dieses Muskelteiles hervorkommend, dringt er von der tibialen Seite unter den Teil b) des Pronator profundus ein geht später zwischen den Teilen b) und c) dieses Muskels, beide innervierend und einen Zweig an den Muskel des Prachallux und den neben ihm entspringenden Muskel des Hallux gebend, geht unter der Sehne des Teiles c) und verteilt sich zu sämtlichen kurzen Zehenmuskeln.

Da bei den Urodelen beide Beugenerven, mit einander anastomosierend, die kurzen Zehenmuskeln innervierten, muss man hier annehmen, dass, da der Stamm des Nerves fibularis schwand, seine Zweige für die kurzen Zehenmuskeln dem Nerven interosseus zufielen, mit dem sie durch die Anastomose verbunden waren. Wir haben also hier einen sehr klaren und deutlichen Fall, wo Muskeln, die ursprünglich von einem Nervenstamme innerviert waren, in das Gebiet eines anderen Nervenstammes herübergezogen wurden.

Es ist auch ganz eigentümlich, dass *Bufo* in seiner Innervation eine wichtige Verschiedenheit von den anderen zeigt. Bei ihm ist nämlich Ramus medianus der kräftigere Nerv und Interosseus ist schwach. Am Crurotarsalgelenke angelangt, verhält sich der Ramus medianus wie sonst, giebt aber einen Zweig ab, der mit dem Interosseus verschmilzt. Dieser ist dadurch wieder kräftig geworden und verhält sich am Fusse wie bei den anderen. Zu sagen, wie diese Anastomose entstanden ist, wäre wohl erst nach gründligen Nachforschungen über dieses Verhalten bei den verschiedenen Gruppen der Anuren möglich. Wir haben aber hier wieder ein Exempel dafür, in wie verschiedener Weise — auch bei einander nahestehenden Formen — die Nerven zu ihren Endgebieten gelangen können.

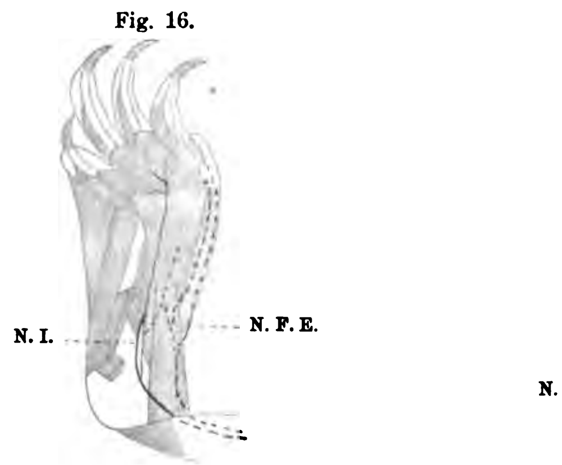
Bei *Bombinator* stehen die Nerven in demselben Proportionsverhältnisse zu einander wie bei *Discoglossus* und *Rana*.

Chelonia.

Fig. 16, 17.

Um das Verhalten der Beugenerven bei *Emys* von dem Verhalten dieser Nerven bei den Urodelen herleiten zu können, müssen wir *Emys* mit *Menopoma*, besonders mit meinem ersten Exemplar vergleichen.

Fig. 16.



Emys. Beugeseite. Gastrocnemius internus ist entfernt.

Fig. 17.



Emys. Beugeseite. Beide Gastrocnemii, Flexor profundus, die Flexores breves superficiales und die Contrahentes digitorum sind entfernt.

Im distalen Teile des Oberschenkels teilt sich der Nervenstamm in 2 Nerven: N. fibularis und N. interosseus. N. fibularis teilt sich bald in 2 Teile: N. fibularis internus und N. fibularis externus. N. fibularis externus geht wie bei *Menopoma* an der äusseren Seite des Fl. prim. comm. d. i. hier des Gastrocnemius externus — Teiles des Fl. prim. comm.; er wird jedoch hier etwas von diesem Muskel bedeckt. Am Tarsus durchbricht er den Flexor profundus und tritt von der fibularen Seite in die tiefe, kurze Zehenmuskulatur ein, die meisten dieser Muskeln versorgend. Er anastomosiert hier mit dem N. interosseus. Der N. fibularis internus durchzieht den Gastrocnemius externus, tritt am Tarsus aus diesem Muskelteile aus und kommt hier neben den N. fibularis externus zu liegen. Hier existiert aber nicht — was für die Reptilien charakteristisch ist (nur unter den Chamaeleonen findet man das primitive Verhalten) — eine Verbindung zwischen diesen beiden Nerven, sondern der N. fibularis internus dringt in den Flexor profundus ein und endigt in diesem Muskel. Bevor der N. fibularis internus in den Gastrocnemius externus eintritt, giebt er einen Zweig ab, der von der fibularen Seite unter den Femurteil des Flexor profundus eintritt und, *unter* ihm, aber *auf* dem Fibularteile des Muskels

liegend, sich mit einem von dem Ramus medianus kommenden Zweig vereinigt. Ramus medianus entspringt hier von dem N. interosseus, sendet dem Gastrocnemius internus einen Zweig, sowie dem grossen Beuger einen Zweig [1]), welch letzterer kräftiger als der Hauptstamm ist, und endigt in der Fascie der Planta pedis.

Wir finden hier also fast dieselben Verhältnisse wie bei dem einen Exemplar von *Menopoma,* doch existiert der Unterschied, dass die beiden Nervi fibulares nicht verschmelzen und dass die Anastomose zwischen N. fibularis internus und Ramus medianus mehr als eine Verbindung von 2 sekundären Nervenzweigen erscheint.

N. interosseus dringt unter den Pronator profundus ein, innerviert ihn und den Interosseus und durchbohrt den distalen Teil des Pronators, um in die kurze tiefe Zehenmuskulatur einzudringen, von denen er die tibialsten versorgt. Er anastomosiert zwischen den Zehen I und II, wie erwähnt, mit dem N. fibularis, ist also hier von dem N. fibularis externus etwas zur Seite gedrängt worden. Bei der Sauriern werden wir dasselbe Verhalten zwischen beiden Nerven finden; bei den Crocodiliern aber ist der Prozess noch weitergeführt. Distal von dem Pronator profundus sendet N. interosseus, wie bei den Urodelen, dem Flexor profundus einen kleinen Zweig.

Von den Fussteilen beider Nerven steigen Zweige zu den Flexores breves superficiales auf.

Sauria.

Fig. 18, 19, 20.

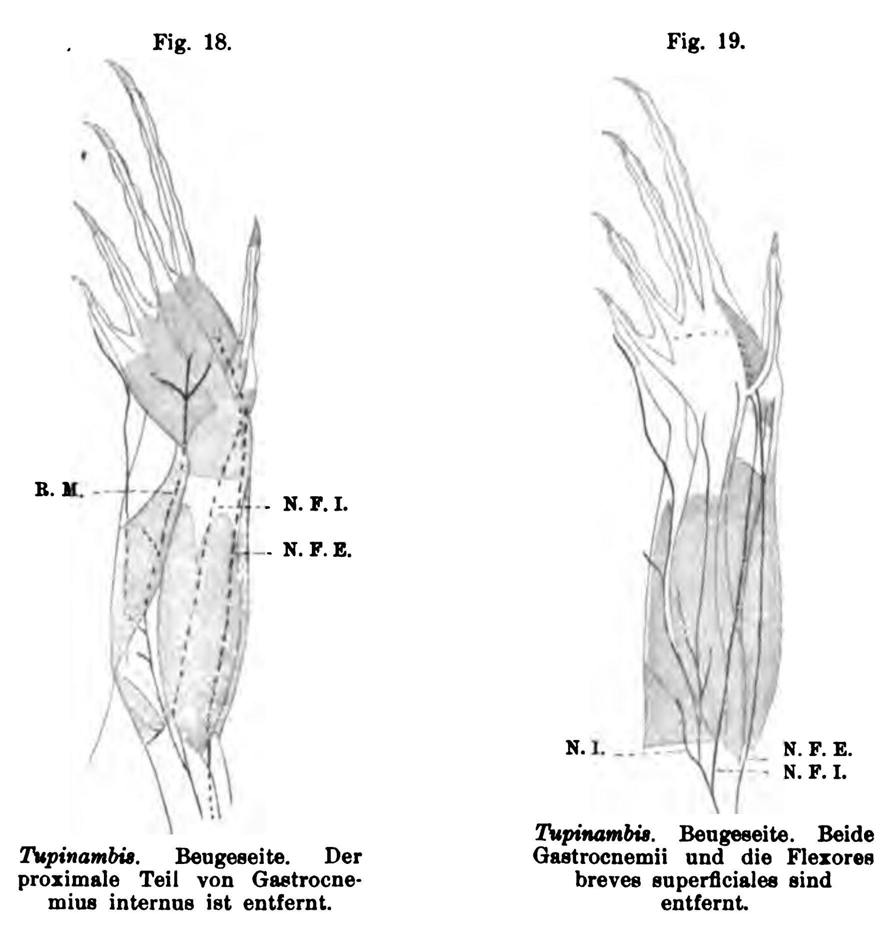
Um die Innervation der Beugemuskeln der Saurier zu verstehen, müssen wir sie, wie bei den Cheloniern, mit der von *Menopoma* vergleichen. Wir finden nämlich hier dieselben 4 Nervenelemente wieder: N. fibularis externus, N. fibularis internus, Ramus medianus und N. interosseus. Bei einigen Arten treten diese Elemente klar hervor, bei anderen ist das Verhalten nicht so deutlich, weil der innere Stamm des Nervus fibularis mehr oder weniger mit dem Ramus medianus verschmolzen ist, eine Tendenz die ja schon an dem einen Exemplare von *Menopoma* hervortrat.

Ich gebe zuerst eine Beschreibung dieser Nerven bei *Tupinambis,* wo ihr Verhalten sehr klar und deutlich ist.

Nicht weit von der Kniebeuge geht vom gemeinsamen Oberschenkelnerven der N. fibularis externus aus. Er durchbohrt den Ursprung des Gastrocnemius externus und liegt wie bei *Emys* dorsal von ihm, in der Nähe seiner fibularen Kante. Er sendet dem Flexor metatarsi V einen Zweig. Am Tarsus angelangt, dringt er unter den Flexor brevis superficialis für V, giebt diesem Muskel einen Zweig und dringt unter die Sehne des Flexor profundus und unter die Contrahentes ein. Hier verteilt er sich zu den 4 fibularen Contrahentes und zu den Interossei der Zehen II—IV und anastomosiert mit einem Zweig des N. interosseus.

[1]) Dieser Zweig kann auch an der Trennungsstelle des N. interosseus und Ramus medianus entspringen.

In der Kniebeuge geht von dem gemeinsamen Stamm der N. fibularis internus aus: er dringt wie bei *Emys* in den Gastrocnemius externus ein, durchzieht diesen Muskel, ihn innervierend und tritt in der Gegend des Tarsus aus, um sich hier zu dem von Metatarsale V entspringenden Flexor accessorius-Teile und dem Flexor brevis superficialis der Lage I für IV zu verteilen [1]). Während einer kleinen Strecke liegt er neben dem N. fibularis externus. Ich konnte jedoch keine Anastomose zwischen beiden Stämmen beobachten; der Zusammenhang beider Stämme, den man bei



Tupinambis. Beugeseite. Der proximale Teil von Gastrocnemius internus ist entfernt.

Tupinambis. Beugeseite. Beide Gastrocnemii und die Flexores breves superficiales sind entfernt.

Menopoma findet und den wir später bei mehreren Säugetieren finden werden, ist also hier wie bei *Emys* verschwunden. Neben dem N. fibularis internus entspringt vom gemeinsamen Stamm der Ramus medianus. Dieser giebt bald einen kurzen, kräftigen Zweig ab, der beide Teile des Flexor profundus innerviert. Dann geht der Ramus medianus unter dem Gastrocnemius internus, ihm mehrere (er ist hier gross) Zweige abgebend, und endigt in der Fascie der Planta pedis. Der Ramus medianus entsendet einen Zweig, dem wir eine besondere Aufmerksamkeit widmen müssen.

[1]) Dieser Muskel sollte eigentlich nach seiner Innervation als ein Teil des Flexor accessorius aufgefasst werden; sein Verhalten bei *Varanus, Ameiva* und *Iguana* berechtigt uns aber, ihn als einen Flexor brevis superficiales aufzufassen.

(Man kann ihn an Fig. 18 und 19 sehen). Dieser Zweig geht unter dem Gastrocnemius internus und legt sich an die Innenseite der Zehe I. Es ist wahrscheinlich, aber ich wage es nicht mit Bestimmtheit zu sagen, dass er hier den Flexor brevis superficialis für I innerviert. Dieser Nervenzweig wird bei den Geckoniden und Chamaeleonen von der grössten Bedeutung.

Der Stamm besteht jetzt nur noch aus dem Nervus interosseus; er durchbohrt den proximalen Teil des Pronator profundus, gibt den Strecknerven ab, und geht zwischen dem Interosseus und dem distalen Teil des Pronator profundus. Alsdann gibt er er dem, vom Distalende der Fibula kommenden Flexor accessorius-Teil einen Zweig ab[1]) und zieht der fibularen Seite des tibialsten Contrahens entlang; er innerviert diesen Muskel, sowie den Flexor brevis profundus für I und anastomosiert mit den Nervus fibularis' externus.

Fig. 20.



Tupinambis. Beugeseite. Beide Gastrocnemii, Flexor profundus und die Flexores breves superficiales sind entfernt.

Bei einigen Sauriern entspringt im Oberschenkel vom gemeinsamen Nervenstamme der N. peroneus und der von dem N. interosseus zur Streckmuskulatur gehende Nerv wird vermisst, bei anderen sind diese Verhältnisse wie bei *Tupinambis.*

Bei *Lacerta* verhält sich die Innervation wie bei *Tupinambis*, nur sendet hier der N. interosseus keinen Zweig zur Streckseite.

Bei den anderen geht der Zweig für den Gastrocnemius internus von N. interosseus aus. Hier ist meistens der Stamm des Ramus medianus mit dem Stamme des N. fibularis internus verwachsen, so dass der N. fibularis internus als ein Zweig des Ramus medianus erscheint oder der Ramus medianus und seine Zweige als verschiedene Zweige des N. fibularis internus. Zuweilen, wie z. B. bei *Lacerta ocellata,* entspringen sämtliche grösseren Nervenzweige fast auf einmal aus dem gemeinsamen Nervenstamme; dann kann ein Zweig des Ramus medianus zu dem N. interosseus übergewandert sein.

Bei *Iguana* durchbohrt der N. interosseus nicht den proximalen Teil des Pronator profundus, sondern geht ventral von ihm, ihm einen Zweig abgebend. In der distalen Hälfte des Unterschenkels dringt er unter dem distalen Teil des Pronator profundus ein und durchbohrt ihn, ihn innervierend (wie bei *Emys*). Am Tarsus angelangt, verhält er sich wie bei den anderen.

Leider hat Perrin nicht die Nerven *Sphenodon's* untersucht. In der Zeichnung Osawa's findet man den N. fibularis externus wieder, sowie einen selbständigen

[1]) Dies ist natürlich derselbe Zweig, der bei *Emys* zu dem Flexor profundus ging.

R. medianus. Von diesem geht der N. fibularis internus aus, obgleich OSAWA ihn nur bis zu seinem Eintritt in den äusseren Gastrocnemius verfolgt zu haben scheint. Ich habe aber an einem Exemplar von ***Sphenodon***, das mir Herr Professor Wallengren gütigst zur Verfügung gestellt hat, den N. fibularis internus weiter verfolgen können; er durchzieht auch hier den Gastrocnemius externus und liegt am Tarsus neben dem N. fib. ext. (wie er endete, habe ich nicht gesehen.)

Bei *Gecko* hat merkwürdigerweise der oben (pag. 85, 86) erwähnte, vom N. interosseus entspringende, zur Innenzeite der Zehe I gehende Nervenzweig die Rolle des N. interosseus übernommen; er geht unter dem Gastrocnemius internus und dringt, am Tarsus angelangt, von der tibialen Seite zwischen die Contrahentes und die Flexores breves profundi ein, die tibialen der kurzen Zehenmuskeln innervierend; er anastomosiert hier mit dem Fussteil des N. fibularis externus. Den N. interosseus konnte ich nur zum Ende des Pronator profundus (oder Interosseus) verfolgen.

Bei *Chamaeleo* finden wir dieselben Verhältnisse; die beiden Teile des Pronator profundus werden hier durch Zweige innerviert, die von dem zu den Streckmuskeln gehenden Nerven kommen [1]). Man muss sich diese Veränderung wohl in der Weise zu Stande gekommen denken, dass am Fusse, zwischen dem ursprünglichen schwachen, oberflächlichen Nervenzweig und dem N. interosseus, eine Anastomose existierte, durc die der Nervenzweig den Fussteil des N. interosseus zu sich zog und zu einem bedeutenden Nerven wurde. Diese Verhältnisse können aber nicht von den Verhältnissen der jetzigen Sauriern stammen, wo der N. interosseus ja zum grössten Teil von dem N. fibularis externus am Fusse verdrängt worden ist, sondern man muss sich als Ursprungsstadium dafür ein neutrales Verhalten denken, wie bei Urodelen und Cheloniern, wo noch beide Nerven (N. fib. externus, N. interosseus) sich in fast demselben Grade an der Innervation der kurzen Fussmuskulatur beteiligen. Diese sekundäre Veränderung deutet also darauf hin, dass die Chamaeleonen und Geckoniden schon früh eine selbständige Entwicklungsrichtung einschlugen.

Bei *Chamaeleo* findet man auch das altertümliche Verhalten, dass N. fibularis internus sich mit dem N. fibularis externus verbindet. In der Beziehung verhält sich also *Chamaeleo* ursprünglicher als die übrigen Reptilien und stimmt mit den Urodelen und mehreren Säugetieren (darunter Monotremata und Marsupialia) überein.

Crocodilia.

Fig. 21, 22.

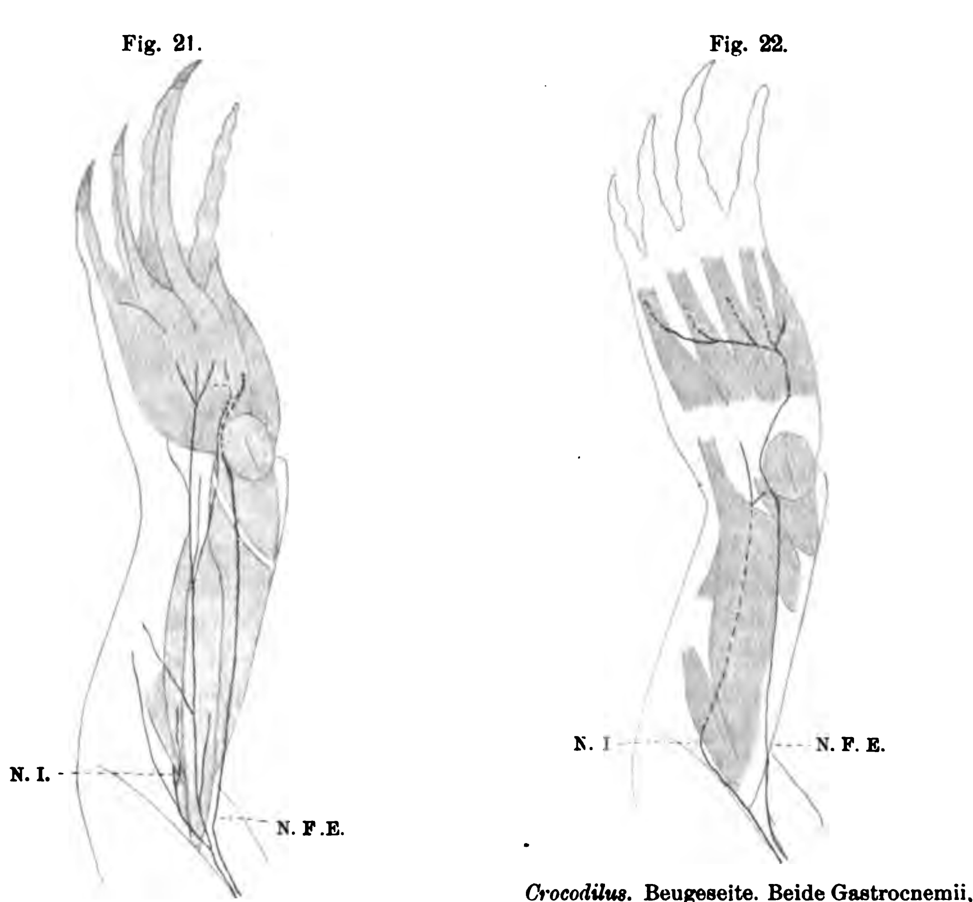
Schon im Oberschenkel teilt sich der gemeinsame Nerv in 3 Stämme: 1) N. interosseus, 2) N. fibularis externus und 3) einen Stamm, der in sich den Ramus medianus und den N. fibularis internus enthält.

---

[1]) Diese Zweige sind natürlich Reste des N. interossens, der ja auch hier viel an Bedeutung verloren hat; bei den Vorfahren der Chamaeleonen hat also der N. interossens den Strecknerven abgegeben. Jetzt, bei der Verkümmerung des N. interossens, hat der Strecknerv diese Zweige (für die ziemlich reduzierten Pronatorteile) übernommen.

Der N. fibularis externus geht über den Ursprung des Hauptteiles von Gastrocnemius externus, dringt zwischen ihm und dem von der Ambiens-Sehne entspringenden Teil ein, um dorsal vom Hauptteil zu gehen. Am Tarsus durchbohrt er den vom Tarsus entspringenden Flexor accessorius-Teil und dringt unter die Flexor profundus-Sehne ein, um dorsal von den schwachen, von Metatarsale V entspringenden Contrahentes, sich zu sämtlichen kurzen Zehenmuskeln zu verteilen. Er sendet Zweige aufwärts, die sämtliche Flexores breves superficiales innervieren.

Der Stamm 3 dringt unter den Gastrocnemius internus ein, gibt einen Zweig ab, der diesen Muskel, sowie den Flexor profundus versorgt, sendet dem Gastrocnemius externus einen Zweig, giebt einen relativ kräftigen Zweig ab, der dem N. fibularis internus entspricht, und endigt in der gewöhnlichen Weise in der Haut



Crocodilus. Beugeseite. Beide Gastrocnemii, sowie die Flexores breves superficiales sind entfernt.

Crocodilus. Beugeseite. Beide Gastrocnemii, Flexor profundus, die Flexores breves superficiales und die Contrahentes digitorum sind entfernt.

der Planta pedis. Der dem N. fibularis internus entsprechende Zweig durchbohrt den distalen Teil des von der Ambiens-Sehne entspringenden Teiles des äusseren Gastrocnemius, innerviert ihn und zieht am Tarsus eine Weile den N. fibularis externus entlang ohne sich mit ihm zu verbinden, um zuletzt in dem von Tarsus entspringenden

Flexor accessorius-Teil zu endigen. Der N interosseus dringt zwischen den von Tibia und Fibula kommenden Ursprungsköpfe des Flexor profundus ein, dringt nachher unter den Pronator profundus ein, geht unter ihm und innerviert ihn und den schwachen Interosseus. Am Tarsus hervorgekommen, innerviert er den Flexor metatarsi V und endigt in dem vom Tarsus entspringenden Flexor accessorius-Teil, ohne zu den kurzen Zehenmuskeln vorzudringen. Wir haben also hier gerade das entgegensetzte Verhalten wie bei den Anuren, da hier der N. fibularis externus den Fussteil des N. interosseus übernommen hat.

Säugetiere.

Leider muss ich mich, was die Innervation der Säugetiere betrifft, sehr kurz fassen.

Die Exemplare von *Ornithorhynchus* und *Echidna*, die ich untersucht habe, waren leider nicht so gut konserviert, dass ich eine bis ins Detail gehende Beschreibung ihrer Innervationsverhältnissen geben kann. Es giebt aber sehr gute Beschreibungen der Innervation der Unterschenkelmuskulatur bei diesen Tieren (Ruge 1878, Westling 1884, 1889, Glaesmer 1908); meine Resultate haben diesen Beschreibungen nicht widergesprochen.

Was diese Verhältnisse betrifft, zeigen die Monotremen, sowie auch die Marsupialia primitive Verhältnisse und nehmen eine vermittelnde Stellung zwischen den Urodelen und den höheren Säugetieren ein. Wir finden hier beide Nervi fibulares, externus sowie internus, Nervus interosseus und Ramus medianus wieder.

Bei *Ornithorhynchus* geht N. fibularis externus[1]) von dem noch ungeteilten Beugenerven aus und nimmt eine von N. peroneus kommende Verstärkung[2]) auf. Er liegt, wie bei *Menopoma* und bei den Reptilien, an der äusseren Seite der Beugemuskulatur. Am Tarsus angelangt, dringt er unter die fibularen, von Calcaneus entspringenden Flexores breves superficiales ein und vereinigt sich mit dem N. fibularis internus; der gemeinsame Stamm dringt wie gewöhnlich zwischen die Contrahentes digitorum und Flexores breves profundi ein, die kurze, tiefe Zehenmuskulatur innervierend. Der nach der Abgabe des N. fibularis externus noch ungeteilte Nervenstamm sendet zuerst dem inneren Gastrocnemius einen Zweig (dass dieser Zweig so proximal entspringt, ist wohl ein Zeichen dafür, dass der innere Gastrocnemius sich relativ früh von dem Flexor primordialis communis getrennt hat). Etwas distaler gibt er den N. interosseus[3]) ab, der hier die Muskeln der Pronatorgruppe (Flexor tibialis, Tibialis posticus, Popliteus) versorgt.

An dem Exemplare Glaesmer's teilte sich dann der Nervenstamm in 3 Teile:

---

[1]) Westling's N. communicans tibialis, Glaesmer's Strang: a.

[2]) Westling's N. communicans peroneus.

[3]) Wird von Westling und Glaesmer nur als ein Muskelast beschrieben.

[4]) Westling's N. plantaris externus, Glaesmer's Hauptstrang: b des N. tibialis.

[5]) Westling's N. plantaris internus, Glaesmer's Hauptstrang: c des N. tibialis.

den N. fibularis internus[4]), einen Zweig, der den Flexor fibularis und den äusseren Gastrocnemius innervierte und den Ramus medianus[5]). N. fibularis internus geht schräg über den Flexor fibularis, sendet dem Quadratus plantae einen Zweig und dringt zwischen die beiden Gruppen von Flexores breves superficiales ein, um sich mit dem N. fibularis externus zu vereinigen. Ramus medianus geht zur Planta pedis.

Etwas unklarer als hier waren die Verhältnisse an meinem Exemplare von *Ornithorhynchus*. Hier entsprang nämlich der Nervenzweig für Flexor fibularis und Gastrocnemius externus von dem N. interosseus. Noch unklarer waren die Verhältnisse an dem Exemplare WESTLING's, da hier nicht nur dieser Zweig sondern auch der N. fibularis internus vom N. interosseus entsprang.

Bei *Echidna* entspringt auch der N. fibularis externus vom ungeteilten Nervenstamme. (Nach WESTLING nimmt der Stamm des N. fibularis externus den von N. peroneus kommenden Zweig nicht auf, sondern dieser vereinigt sich erst weiter distal mit einem Hautast des N. fibularis externus). Etwas distal von der Abgabe des N. fibularis externus sendet der ungeteilte Stamm, wie bei *Ornithorhynchus*, dem inneren Gastrocnemius einen Zweig. Der Stamm nimmt dann eine von N. peroneus kommende Verstärkung auf und giebt den N. interosseus ab, der auch hier die 3 Muskeln der Pronatorgruppe versorgt. Etwas weiter teilt sich der Stamm in den N. fibularis internus und den Ramus medianus. Ramus medianus geht zur Planta pedis. N. fibularis internus geht schräg über Flexor fibularis, innerviert diesen Muskel und den äusseren Gastrocnemius. An der Fusswurzel nimmt er einen Endzweig des N. fibularis externus auf, innerviert den Quadratus plantae und nimmt dorsal von Abductor digiti V (WESTLING's grössere Contrahens V) einen anderen Endzweig des N. fibularis externus auf, (der zuerst den Abductor digiti V innerviert hat) um wie gewöhnlich zwischen die Contrahentes digitorum und die Flexores breves profundi einzudringen, beide Muskellagen innervierend. Ich habe an meinem Exemplare dieselben Verhältnisse gefunden, doch war es mir unmöglich, die Endzweige des N. fibularis externus zu verfolgen.

Bei *Echidna* und bei GLAESMER's Exemplare von *Ornithorhynchus* findet man also Verhältnisse, die sich nicht so weit von den Verhältnissen der Urodelen entfernen, doch hat hier der aus der Vereinigung der beiden Nervi fibulares entstandene Nerv den N. interosseus von der Innervation der kurzen tiefen Fussmuskulatur verdrängt. (Einen ähnlichen Vorgang konnten wir ja unter den Reptilien verfolgen.) Wir müssen auch annehmen, dass der proximale Teil des Ramus medianus mit dem N. fibularis internus verschmolzen ist, und dass die Zweige des Ramus medianus für die langen Beuger von diesem gemeinsamen Teile entspringen. (An WESTLING's und meinem Exemplare von *Ornithorhynchus* waren sie dagegen von N. interosseus übernommen, was ja etwas kompliziertere Verschmelzungsphänomene voraussetzt.)

Bei den Marsupialia finden wir dieselben primitiven Verhältnisse. Wir finden also auch hier einen selbständigen N. interosseus, der die Muskeln der Pronator-

gruppe versorgt, doch entspringt zuweilen von ihm der Zweig für den inneren Gastrocnemius, zuweilen ein Zweig für den Flexor fibularis. Wir finden auch hier einen kräftigen N. fibularis externus. CUNNINGHAM (1882) sah ihn bei *Cuscus* und *Thylacinus* neben dem N. peroneus, vom N. ischiadicus entspringen. Bei *Phascolarctos*, *Trichosurus* und *Petaurus* sah ich ihn jedoch vom N. peroneus entspringen. Er dringt in der Nähe des Tarsus unter die Endsehne der Gastrocnemii ein und verschmilzt hier mit dem N. fibularis internus. Diese Vereinigungsstelle ist ja dieselbe Stelle, wo die Nerven bei den Reptilien nebeneinander lagen; wir haben darum das Recht, das Verhalten des N. fibularis externus bei den Marsupialiern als primitiv aufzufassen. Ramus medianus ist hier, in derselben Weise wie bei den Monotremen, eine Strecke mit dem N. fibularis internus verschmolzen, der auch hier seine Zweige für die langen Beuger übernommen hat.

Unter den höheren Säugetieren ist der N. fibularis externus (N. suralis) immer schwächer, doch habe ich ihn bei *Helictis, Cynomys*, *Sciurus* und bei allen von mir untersuchten Affen am Tarsus noch mit dem N. fibularis internus sich verbinden sehen. Da die Verbindung zuweilen sehr schwach ist, ist es möglich, dass sie auch bei anderen von mir untersuchten Säugetieren existiert, aber übersehen worden ist. Beim Menschen ist N. suralis ja sehr schwach, liegt nicht an der Aussenseite des Unterschenkels, sondern zwischen den Gastrocnemiusköpfen und geht am Tarsus keine Verbindung mit dem N. fibularis internus (N. plantaris lateralis) ein.

Bei *Erinaceus*, *Dasypus* und *Hyrax* habe ich noch einen selbständigen N. interosseus gesehen. Sonst werden unter den Monodelphia die Verhältnisse mehr und mehr unklar. N. interosseus, N. fibularis internus und Ramus medianus verschmelzen intimer miteinander, so dass wir als Endprodukt den scheinbar einheitlichen N. tibialis bekommen, dessen Zweige die ganze Beugemuskulatur des Unterschenkels und Fusses innervieren. Die Verhältnisse sind hier meistens so verändert, dass es ohne Vermittelung der Monotremen und Marsupialier wohl kaum möglich wäre, einen Vergleich zwischen der Innervation der Beugeseite des Unterschenkels der Urodelen und der der Säugetiere zu tun. Der Name N. tibialis ist für diesen Nerven sehr ungeeignet, da er hauptsächlich aus dem fibularen Nerven besteht und da der tibiale Nerv der Tetrapoden (N. interosseus) nur als einzelne Zweige an ihm auftritt.

Bei den Säugetieren hat der Ramus medianus Beziehungen zu den kurzen, oberflächlichen Zehenmuskeln erworben, die also nicht länger ihre Nervenzweige von den tiefer liegenden Nerven bekommen.

Beim Menschen trennt sich ja der Ramus medianus (N. plantaris medialis) erst hinter dem Malleolus medialis von dem N. fibularis internus (N. plantaris lateralis). Dieser entspricht den bei den niederen Formen verschmolzenen Endstücken des N. fibularis externus (N. suralis) und des N. fibularis internus.

Streckseite.

Muskeln.

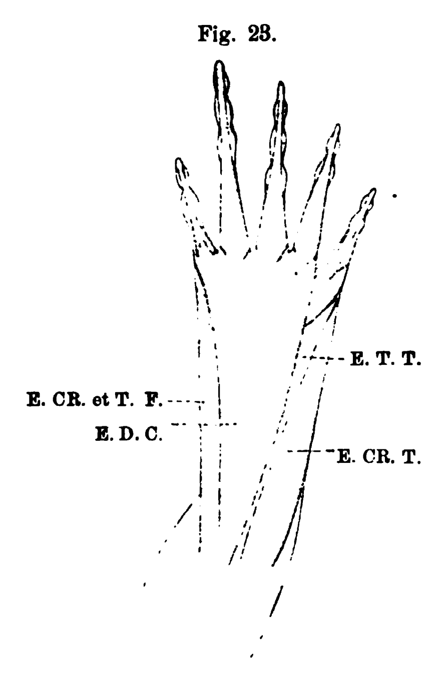
Urodela.

Extensor digitorum communis.

Fig. 23.

HOFFMANN's Femoro-digiti I—V.
Der grösste Teil von HUMPHRY's Extensor longus digitorum.
PERRIN's Extenseur commun des doigts.
Der an den Zehen inserierende Teil von EISLER's Extensor digitorum communis longus.
OSAWA's Extensor digitorum longus.

Fig. 23.



Siredon. Streckseite.

Wie am Arme ist dies der oberflächlichste Muskel der Streckseite. Am Arme verhielt er sich am ursprünglichsten bei ***Cryptobranchus*** und ***Menopoma***, wo er mittels 4 breiter Sehnenbänder an den Endphalangen der Finger inserierte; mit diesen Sehnenbändern vereinigten sich die kurzen Extensoren der Finger. Bei den anderen Urodelen sind diese Sehnenbänder verschwunden; er hängt nur schwach (*Siredon* und *Salamandra*) oder gar nicht (*Necturus*) mit den Extensores breves der 3 ulnaren Finger zusammen und inseriert hier an beiden Seiten der Basis der Metatarsalia III—V, bei *Necturus* auch an II. Diese Insertionsart war schon bei ***Menopoma*** vorbereitet.

Diese Entwicklungsreihe wiederholt sich vollständig am Beine. Vom Distalende des Femurs entspringend, inseriert der Muskel hier bei *Cryptobranchus* (OSAWA 1902) und ***Menopoma*** in der primitiven Weise mittels 5 breiter Sehnenbänder an den Endphalangen der Zehen; mit diesen Sehnenbändern vereinigen sich auch hier die Extensores breves. Bei den anderen sind diese Sehnenbänder verschwunden, man kann

aber noch einen ganz schwachen Zusammenhang zwischen dem Extensor communis und den Extensores breves der 4 fibularen Zehen konstatieren, (am intimsten hängt der Extensor communis bei *Siredon* mit dem Extensor brevis für V zusammen). Die eigentliche Insertion ist an beiden Seiten der Basis der Metatarsalia II—V[1]), bei *Salamandra* auch an der Fibularseite der Zehe I.

Anura.

Extensor digitorum communis.

HOFFMANN's Femoro-tarsale tibiale et fibulare.
PERRIN's Extenseur tarsien interne + Extenseur tarsien externe.
GAUPP's Tibialis anticus longus.

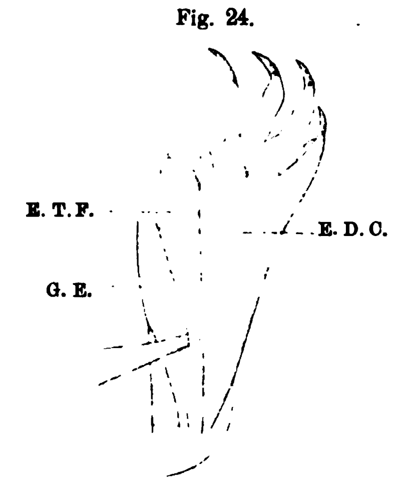
Dieser Muskel entspringt mittels einer Sehne vom tibialen Teile des Distalendes des Femurs; im distalen Teile des Unterschenkels teilt er sich in zwei Bäuche, die mittels kurzer Sehnen an der Basis des Tibiale und Fibulare inserieren. Ich halte diesen Muskel für den Extensor digitorum communis, der bei der Verlängerung des Tarsus nicht mit verlängert worden ist und darum eine tarsale Insertion erhalten hat. Ihn für eine Verwachsung von Extensor tarsi tibialis und Extensor tarsi fibularis zu halten, wie PERRIN und wahrscheinlich auch GAUPP, scheint mir nicht richtig, dazu scheint mir die Vereinigung der beiden Bäuche zu intim. Auch existiert ja ein selbständiger Extensor tarsi fibularis daneben. Man würde dann den Extensor digitorum communis für verschwunden halten, denn der Muskel, dem diese beiden Verfasser diesen Namen geben, hört unbedingt zu den Extensores breves superficiales (siehe diese Muskeln).

Chelonia.

Extensor digitorum communis.
Fig. 24.

HOFFMANN's Femoro digiti 1—V.
GADOW's Extensor longus digitorum.

Fig. 24.



Emys. Streckseite.

Am Arme sahen wir, wie der Zusammenhang des Extensor digitorum communis mit den Extensores breves unter den Urodelen allmählich schwächer wurde, um bei den Reptilien schon vollständig gelöst zu sein; die bleibende Insertionsart war die an den Metacarpalia. Am Beine wiederholt sich dieser Prozess. Wir sahen schon bei den Urodelen eine bestimmte Entwicklung in dieser Richtung. Bei den Sauriern und Crocodiliern ist am Beine der Zusammenhang vollständig gelöst.

Bei *Emys* entspringt der Extensor digitorum communis vom Condylus externus femoris; er inseriert noch in altertümlicher Weise an der Basis der Endphalanx I.

[1]) Bei *Necturus,* wo die Zehe I fehlt, nur an der Fibularseite des Metatarsale II.

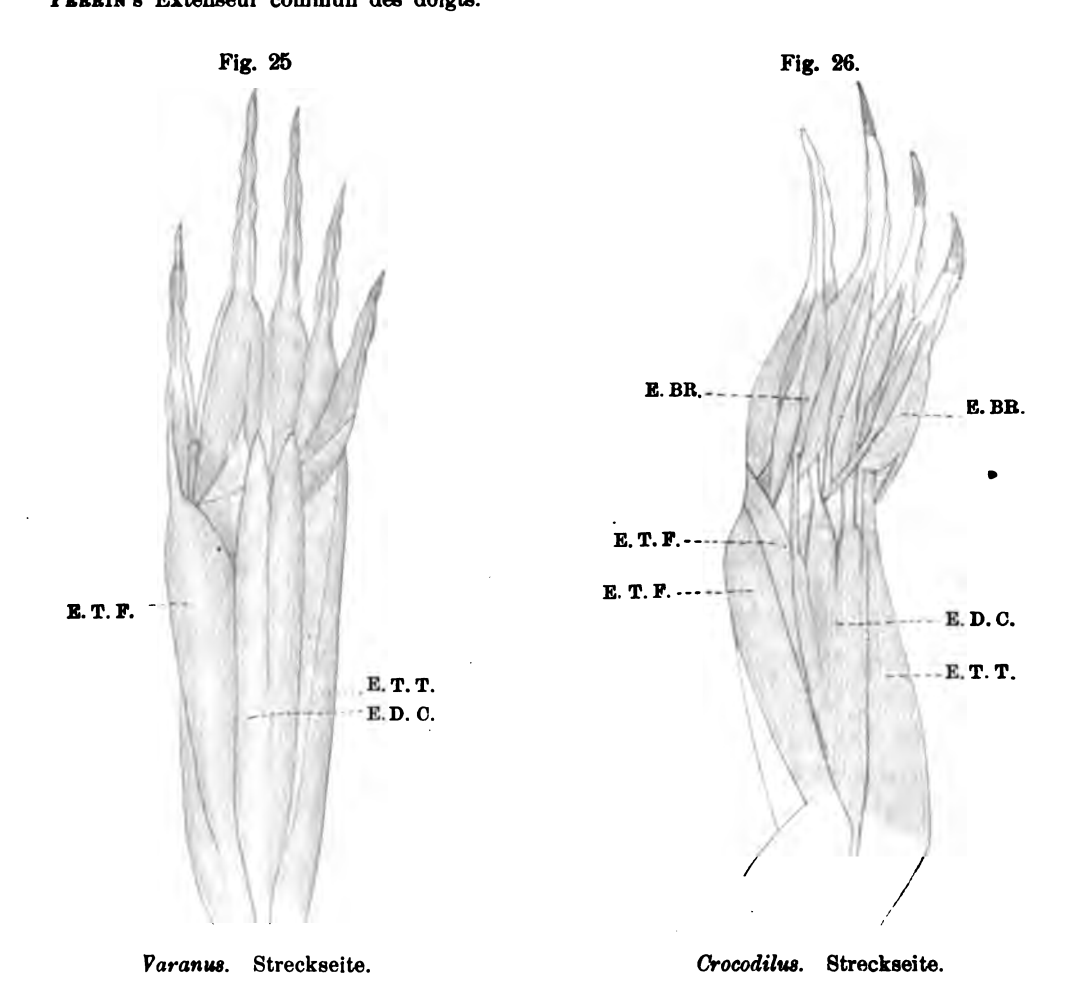
Daneben inseriert er an der Tibialseite der Grundphalanx I, sowie an der Fibularseite des Metatarso-phalangealgelenkes von I, sowie an der Fibularseite der Metatarsalia II und III und an beiden Seiten des Metatarsale IV.

Sauria.

Extensor digitorum communis.

Fig. 25.

HOFFMANN's Epicondylo-metatarsalis dorsalis medius.
GADOW's Extensor longus digitorum.
PERRIN's Extenseur commun des doigts.



Varanus. Streckseite. *Crocodilus.* Streckseite.

Dieser Muskel ist hier bedeutend schwächer als bei den Urodelen und Cheloniern; er inseriert hier nur an 2 Zehen. Von den beiden Insertionsweisen der Urodelen und Chelonier ist nur die eine — die an den Metatarsalia — erhalten.

Der Muskel entspringt mittels einer Sehne von der oberen Seite des Condylus externus femoris. Er teilt sich bald in 2 Muskelbäuche, die mittels kurzer Sehnen

an den Metatarsalia II und III, etwas distal von der Basis, inserieren. Bei *Iguana* ist die zu Metatarsale II gehende Sehne relativ schwach.

In seiner grossen Arbeit hat PERRIN (1892) dieselbe Insertionsweise gefunden. GADOW (1882) lässt ihn dagegen bei den meisten Sauriern nur an Metatarsale III inserieren. Die von GADOW bei *Iguana* erwähnte Zwischensehne des Muskels habe ich bei keinem von den von mir untersuchten Exemplaren gefunden.

Nach OSAWA (1898), GADOW (1882) und PERRIN (1895) verhält sich der Muskel bei *Sphenodon* in derselber Weise. Der dritte Zipfel, den OSAWA an einem Exemplare gefunden hat und der zu Metatarsale IV geht, ist wohl als ein Rückschlag aufzufassen. BROOKS (1889) beschreibt bei *Sphenodon* nur 2 Zipfel, lässt aber den ersten an den Metatarsalia II und III, den anderen am Metatarsale IV inserieren.

Crocodilia.

Extensor digitorom communis.

Fig. 26.

HOFFMANN's Extensor longus digitorum.
GADOW's Extensor longus digitorum.

Der Muskel ist hier kräftiger als bei den Sauriern und geht zu allen 4 Zehen. Er entspringt sehnig von der oberen Seite des Condylus externus femoris und teilt sich bald in 4 Teile, die an den Metatarsalia, etwas distal von der Basis, inserieren. Die Teile, die zu den Metatarsalia I und II gehen, vereinigen sich am Tarsus mit den beiden Teilen des Extensor tarsi tibialis.

Säugetiere.

Extensor digitorum communis.

Die Säugetiere sind die einzigen höheren Tetrapoden, bei denen der Extensor digitorum communis — am Arme wie am Beine — die Insertionen an den Endphalangen behalten hat. Bei ihren Vorfahren hat wohl ein Extensor digitorum communis existiert, der sich wie bei den Urodelen verhielt d. i. vom Femur entspringend, an den Endphalangen sämtlicher Zehen inserierte. Bei sämtlichen Extensoren am Unterschenkel der Säugetiere findet man eine Tendenz, den Ursprung an den Unterschenkel zu verlegen: so bei dem Tibialis anticus, der meistens, dem Peroneus longus, der fast immer und dem Peroneus brevis, der immer vom Unterschenkel entspringt. In dieser Beziehung ist aber der Extensor digitorum communis konservativer als die anderen langen Extensoren, da er oft vom Femur entspringt: so haben die Carnivora (mit Ausnahme von *Phoca vitulina*) die Insectivora, die Chiroptera (mit Ausnahme von *Pteropus* und *Macroglossus* (WINGE 1893), die Nager die meisten Edentaten den femoralen Ursprung behalten.

Bei *Ornithorhynchus* entspringt er von der ganzen Schaufel unter dem Extensor hallucis und von der Basis des Fibulaschaftes, bei *Echidna* von fast der proximalen $^1/_3$

des Fibulaschaftes. Bei *Ornithorhynchus* inseriert er an den Endphalangen der Zehen II—V. Ich glaube aber nicht, dass hier — wie wahrscheinlich am Arme — die Sehne für den Hallux verschwunden ist, denn wir finden hier einen kräftigen Extensor hallucis, der neben dem Extensor communis von der inneren Kante der Schaufel und vom Proximalende des Fibulaschaftes entspringt, um an der Endphalanx der Zehe I zu inserieren. Es scheint mir in hohem Grade wahrscheinlich, dass dieser Muskel ein abgespalteter Teil eines primitiven, an allen Zehen inserierenden Extensor digitorum communis ist, denn wir haben hier nicht, wie am Arme, das Recht, einen kräftigen aus einer tiefen Muskellage stammenden Abductor digiti I zu erwarten. Die Amphi, bien und Reptilien besitzen nämlich am Fusse nicht[1]) wie am Arme einen kräftigen Abductor digiti I, sondern nur einen schwachen Extensor brevis digit I, den man in ähnlicher Gestalt bei den meisten Säugetieren wiederfindet. Bei *Ornithorhynchus* ist diese Spaltung des Extensor communis noch weiter gegangen, so dass sich zum grössten Teil ein Extensor indicis frei gemacht hat. Bei *Echidna* finden wir den Extensor hallucis wieder, der hier neben dem Extensor communis von etwas weniger als dem proximalen $^1/_3$ der Tibia und dem proximalen $^1/_3$ der Fibula entspringt. Der Extensor indicis hat sich hier, wo die Zehe II kolossal ist, vollständig freigemacht und ist zu einem kräftigen Muskel geworden, der von mehr als der proximalen $^1/_2$ des Fibulaschaftes entspringt. Es ist wohl ein Zeichen des ursprünglichen Zusammenhanges zwischen dem Extensor hallucis und dem übrigen Extensor communis, dass bei *Echidna* jener eine Verbindungssehne zu der Sehne des Extensor indicis sendet. (Bei *Ornithorhynchus* sind die Sehnen des Extensor communis und des Extensor hallucis durch eine kräftige Aponeurose verbunden.) Auch bei *Orycteropus* sendet der Extensor hallucis eine Verbindungssehne zu dem Extensor communis. Der übrige Teil des Extensor communis bei *Echidna*[2]) sendet seine kräftige Sehne zu dem Rücken der Zehen II und III, wo sie sich ausbreitet und an den Metatarsalia und Grundphalangen inseriert; sie inseriert auch mittels eines kräftigen Sehnenstrangs an der Endphalanx von II, sowie mittels eines schwächeren an der Endphalanx von III und mit einer schwachen Sehne an der Tibialseite der Basis der Grundphalanx von IV. Dass der Extensor communis hier nicht an V und nur schwach an IV inseriert, hat wohl seinen Grund in der schrägen Stellung des Fusses (siehe pag. 32 und die Beschreibung der Muskulatur der Extensor tarsi fibularis-Gruppe). Unter den Chiroptera finden wir allerdings bei *Megaderma, Eleutherura, Rhinolophus* (MACALISTER), *Vespertilio murinus* (MAISONNEUVE), *Artobius, Chilonycteris, Noctilio, Taphozous* (WINGE 1893) *Vesperugo noctula* und *Phyllostoma hastatum* einen Extensor communis, der an allen 5 Zehen inseriert. Ich halte aber die Insertion an I für einen späteren Erwerb. Es kommt nämlich

[1]) Nur bei *Necturus, Emys* und *Varanus* habe ich am Arme einen kräftigeren, kurzen Extensor für I gefunden.

[2]) ALIX (1867 B) beschreibt ihn dei *Echidna* als zu den Zehen II—V gehend, WESTLING (1889) lässt ihn zu den Grundphalangen von II und III, zu den Endphalangen von II, III und IV gehen, MIVART (1868) lässt ihn zu II—IV gehen; er nennt den zu II gehenden Teil Extensor hallucis longus. WESTLING nennt diesen Teil Extensor digiti II.

ein Extensor hallucis (der sonst bei Chiroptera vermisst wird) bei ***Macroglossus*** vor [1]). Weiter inseriert bei ***Pteropus***, wo man ja das Recht hat, ein primitives Verhalten zu erwarten, der Extensor communis nicht an der Zehe I. Nach MAISONNEUVE (1878) soll der Tibialis anticus des ***Vespertilio murinus*** Reste eines Extensor hallucis enthalten. Ich glaube, dass dies auch das Verhalten bei ***Vesperugo noctula*** ist; hier hat nämlich der Muskel seinen Ursprung fast bis zum Distalende des Unterschenkels ausgedehnt und wird vom Nervus peroneus profundus durchbohrt. Und da ein relativ so hoher Charakter, wie die Verschmelzung der Sehnen des Flexor fibularis und des Flexor tibialis allen Chiroptera eigen ist, darf man wohl nicht am Extensor communis ein so urprimitives Verhalten erwarten [2]).

Wo der Hallux eine andere Stellung bekommt, wird die Lage des Extensor hallucis mehr quer und der Ursprung kommt deshalb etwas mehr distalwärts zu liegen. Dadurch kommt der Muskel unter den Extensor communis zu liegen und wird allmählich schwächer. Bei den Pinnipedia, wo der Daumen eine der primitiven ähnliche Richtung hat, ist auch der Extensor hallucis kräftig entwickelt und entspringt hoch oben. Der Muskel ist sonst im allgemeinen der Ausbildung des Hallux proportional. Bei den meisten Marsupialia ist er ziemlich kräftig und hat seinen Ursprung im proximalen Teile des Unterschenkels. Bei ***Thylacinus***, wo der Hallux verschwunden ist, wird er vermisst (CUNNINGHAM 1882). Bei ***Dasyurus*** (MACCORMICK 1886) ist er sehr schwach. Bei ***Phascologale*** ist er relativ kräftig. Bei ***Myrmecobius*** ist er nach LECHE (1891/92) mit dem Tibialis anticus verschmolzen. Bei den Prosimiae ist er kräftig und entspringt hoch oben. Bei den Affen ist er wie beim Menschen ein kräftiger Muskel; doch ist er bei ***Hapale*** relativ schwach.

Bei ***Dasypus*** ist der Extensor hallucis sehr klein, und von dem grossen Tibialis anticus zurückgedrängt. Seine Sehne ist hier durch eine Sehnenplatte mit dem Extensor brevis II vereinigt. Bei den Bradypodidae scheint ein Rest des Extensor hallucis zu existieren (WINDLE und PARSONS 1898). Bei ***Orycteropus*** entspringt der Muskel relativ hoch oben an der Fibula.

Bei den Nagern und Raubtieren ist er relativ schwach und sein Ursprung liegt mehr distal. Unter den Feliden kommt er oft vor, obgleich der Hallux rudimentär ist [3]). Bei ***Proteles*** und den ***Hyaenidae*** scheint er immer zu fehlen, bei den Canidae meistenteils (WINDLE und PARSONS 1898). An meinem Exemplare von ***Herpestes*** existierte er. Bei den Nagern ist er auch persistenter als der Hallux. Bei den Octodontidae und bei ***Coelogenys*** sendet er eine Sehne zu der Sehne des Extensor communis für II; dieses Verhalten hat bei ***Dasyprocta***, wo der Hallux vermisst wird, dazu geführt, dass der Extensor hallucis nur an der Sehne inseriert. Bei ***Pteromys*** und ***Castor*** inseriert er auch an der Zehe II. Bei den Caviidae in-

[1]) Nach WINGE (1893) auch bei *Chilonycteris* und *Noctilio;* vielleicht ist dieser Muskel doch ein Extensor brevis.

[2]) Dass der Extensor communis bei *Gerbillus* (PARSONS 1896) an allen 5 Zehen inseriert, ist natürlich eine sekundäre Erscheinung; die Insertion an I ist nur schwach.

[3]) Bei meinem Exemplare von *Felis concolor* wurde er an beiden Seiten vermisst.

seriert er nur an der Zehe II. Bei *Dipus aegypticus* wird er vermisst. Der Muskel des Kaninchens, der von Krause (1884) Dobson (1883) und Leche (in: Bronn) für den Extensor hallucis gehalten wird, ist wie ich oben gezeigt habe, der Tibialis posticus; der Extensor hallucis wird hier vermisst.

Extensor digitorum communis ist bei *Tarsius* vollständig in 2 Teile gespalten, von denen der schwächere, proximale, vom Proximalende der Fibula, der andere von einer Strecke im proximalen Teile der Tibia entspringt; erst am Fussrücken verschmelzen ihre Sehnen miteinander. Der eine Teil bildet die Sehnen für II und III, der andere für IV und V.

Bei *Lemur mongoz* ist das Verhalten etwas anders, da der proximale Teil, der hier von Condylus externus tibiae entspringt, einen Muskelteil zur Verstärkung des anderen Teiles sendet; dieser entspringt etwas von der Mitte der Fibula und Tibia, sowie von der Membrana interossea. Ihre Sehnen verschmelzen wie bei Tarsius. In derselber Weise scheinen sich *Chiromys* (Oudemans 1890), *Lemur varius* und *xanthomystax*, sowie vielleicht *Lemur nigrifrons* und *catta* zu verhalten (Murie und Mivart 1866). *Lepilemur* verhält sich wie *Lemur mongoz*. Bei den Indrisinae ist er auch gespalten (Grandidier 1876). Bei *Cebus* sind die beiden Teile relativ selbständig. Bei *Ateles* ist der Muskel nur distal gespalten. Bei *Hapale* kann man sie ohne Schwierigkeit von einander trennen; nur ganz proximal hängen sie etwas zusammen. Bei *Macacus Inuus, Cercocebus* und *Cynocephalus* ist der Muskelbauch des Extensor communis nur wenig gespalten.

Beim Menschen existiert eine ähnliche Spaltung des Muskels nur in sehr geringem Grade.

Für das rechte Verstehen von gewissen Muskelvariationen ist diese Entwicklungsreihe, von dem ganz gespalteten Extensor communis der Halbaffen zu dem fast einheitlichen des Menschen, von grosser Bedeutung.

Der Peroneus III des Menschen, dessen Namen leider grosse Verwirrung hervorgerufen hat, ist natürlich ein Teil des Extensor communis. Nach Windle und Parsons (1899) inseriert der Extensor communis bei *Bradypus* nur an dem äusseren und dem inneren Metatarsale. Die Verfasser nennen den äusseren Teil dieses Muskels: Peroneus III. Natürlich ist es unrichtig, diesen Teil des Extensor communis — der hier übrigens der Teil für IV ist — nur weil er seine Insertion von der Grundphalanx zu dem Metatarsale verlegt hat, dem Peroneus III des Menschen gleichzustellen, der ja neben dem normalen Extensor communis-Teil für V entstanden ist. Da ja dieser Muskel eigentlich nur beim Menschen vorkommt — nur 3-mal hat man etwas ähnliches beim *Gorilla* gefunden (Sommer 1906) — hat man keinen Grund, unter den tiefer stehenden Säugern nach Homologien desselben zu suchen.

Urodela.

Extensor tarsi tibialis.

Fig. 23, 27.

Mit dem Extensor cruris tibialis zusammen HOFFMANN's Femoro-tibialis.
Ein Teil von HUMPHRY's Extensor longus digitorum.
PERRIN's Rotateur inverse du pied.
EISLER's Extensor tarsi tibialis longus.
Mit dem Extensor cruris tibialis zusammen OSAWA's M. tibialis.

Der dem Extensor antebrachii et carpi radialis entsprechende Muskel ist hier in zwei Muskeln gespalten, von denen der Extensor tarsi tibialis der obere ist. Er entspringt vom Distalende des Femurs, um am Tarsale I (bei *Necturus* Tarsale II) zu inserieren. Bei *Menopoma* entspringt er mit dem Extensor digitorum communis; er inseriert hier an Tibiale und Tarsale I.

Extensor cruris tibialis.

Fig. 23, 27.

Mit dem vorigen Muskel zusammen HOFFMANN's Femoro-tibialis.
HUMPHRY's Tibialis anticus.
PERRIN's Extenseur tarsien interne + Extenseur primitif du tibia.
EISLER's Extenseur tarsi tibialis brevis + Femoro-tibialis superficialis + Femoro-tibialis profundus.
Mit dem vorigen Muskel zusammen OSAWA's M. tibialis.

Dieser Muskel, der dem unteren Teile des Extensor antebrachii et carpi radialis am Arme entspricht, entspringt vom Distalende des Femurs, um am grössten (distalen) Teile der Tibia, Tibiale und meistens auch etwas an Tarsale I (bei *Necturus* Tarsale II) zu inserieren. Bei *Menopoma* hat sich der an Tibiale inserierende Teil selbständig gemacht.

Dieser Muskel wird von dem vorigen durch die Sehne eines Unterschenkelstreckers (HOFFMANN's Ileo-extensorius) getrennt.

Bei *Siredon* inseriert dieser Muskel an einem nach oben gewendeten Prozess der Tibia. Dieser Prozess ist wahrscheinlich der Ursprung der Patella[1]); später hat er sich wohl von der Tibia losgelöst Bei *Salamandra*, wo dieser Prozess besonders kräftig ist, hat er einen kleinen unteren Teil des Extensor cruris tibialis von dem übrigen Muskel geschieden; dieser kleine Teil entspringt breit neben dem Extensor cruris et tarsi fibularis.

---

[1]) Siehe BERTHA DE VRIESE, Recherches sur l'anatomie comparée de la rotule. Bull. de l'Acad. R. de Méd. de Belg. 1909. Ich glaube doch, dass man diese Bildung nur als einen Prozess der Tibia auffassen kann, der durch Muskelzug, bei dem Übergang zum Landleben, hervorgerufen wurde; er wird nämlich bei *Menopoma* und *Necturus* vermisst, (OSAWA hat ihn bei *Cryptobranchus* nicht beschrieben) existiert aber bei *Amblystoma, Salamandra* und *Triton*. Nach dieser Auffassung würde seine Anwesenheit bei *Siredon* ein Beweis für dessen Neotenie sein.

Anura.

Extensor cruris tibialis.

HOFFMANN's Femoro-cruralis lateralis.
PERRIN's Extenseur primitif du tibia.
GAUPP's Extensor cruris brevis.

Entspringt mittels langer Sehne von Condylus medialis femoris. Bei *Rana* und *Discoglossus*, wo der Unterschenkel relativ lang ist, ist er ein schmaler Muskel, der an der proximalen Hälfte des Unterschenkelschaftes inseriert. Er entspricht dem Extensor cruris tibialis der Urodelen. Ein dem Extensor tarsi tibialis der Urodelen entsprechender Muskel existiert hier nach meiner Auffassung nicht.

Chelonia.

Extensor tarsi tibialis.

Fig. 28.

HOFFMANN's Tibiali-tarsum-metatarsum I.
GADOW's Tibialis anticus.

Bei den Reptilien hat dieser Muskel seinen Ursprung von dem Femur aufgegeben und entspringt vom Unterschenkel. Unter diesen Umständen kann natürlich ein Extensor cruris tibialis nicht mehr existieren.

Hier hat er seinen Ursprung über die ganze Tibia ausgedehnt und inseriert an der Basis des Metatarsale I, sowie etwas an der Sehne des Pronators und an der Fascie des Tarsus an der Beugeseite.

Sauria.

Extensor tarsi tibialis.

Fig. 25, 29.

HOFFMANN's Tibio-metatarsalis longus.
GADOW's Tibialis anticus.
PERRIN's Extenseur du premier métatarsien.

Dieser Muskel entspringt hier von fast der ganzen Tibia. Er inseriert mittels einer breiten Sehne an der Basis des Metatarsale I und mittels einer schwächeren Sehne an der Basis der Grundphalanx I, sowie am Distalende des Metatarsale I. Diese schwächere Sehne ist wohl sekundärer Art; nach PERRIN (1895) existiert sie bei *Sphenodon* nicht.

Der Muskel ist bei *Lacerta* längs der proximalen Hälfte des Unterschenkels mit dem inneren Gastrocnemius, sowie (inniger) mit dem Pronator profundus verwachsen.

Crocodilia.

Extensor tarsi tibialis.

Fig. 26, 30.

HOFFMANN's Tibialis anticus.
GADOW's Tibialis anticus.

Dieser Muskel ist hier sehr kräftig. Er entspringt von dem proximalen $^1/_3$ des Tibiaschaftes. Nicht weit vom Tarsus teilt er sich in 2 Teile, die mittels kurzer, breiter Sehnen an den Metatarsalia I und II, etwas distal von der Basis inserieren. Die Endteile des Extensor digitorum communis für I und II verschmelzen mit den Endteilen des Extensor tarsi tibialis.

Säugetiere.

Extensor tarsi tibialis.

Der Tibialis anticus der Säugetiere ist unzweifelhaft dem Extensor tarsi tibialis der Urodelen homolog; er entspringt von der Tibia und oft vom Femur, von letzterem jedoch nicht so oft wie der Extensor digitorum communis. Schon bei den Monotremen entspringt er von der Tibia (bei *Ornithorhynchus* vom Proximalende, bei *Echidna* vom proximalen $^1/_4$), obgleich er bei *Ornithorhynchus* auch von der Patella, dem Ligamentum patellae, sowie von dem zwischen der Patella und der Fibulaschaufel ausgespannten Ligamente entspringt, was man ja als Reste eines früheren proximaleren Ursprunges zu deuten berechtigt ist. Bereits bei den Beuteltieren dehnt sich der Ursprung über grössere Teile aus und bei einigen Insectivoren, Carnvioren, Glires, Prosimiern und den meisten Edentaten entspringt der Tibialis anticus auch von einem kleinen Teil der Fibula. Bei *Galeopithecus* (LECHE 1886) entspringt er nur von der Fibula. Bei *Myrmecobius*, wo er teilweise von Capitulum fibulae entspringt, glaubt LECHE (1890/91), dass er in sich auch den Extensor hallucis longus enthält; schon im Unterschenkel löst sich nämlich von ihm eine Sehne ab, die zu dem rudimentären Met. I geht. MAISONNEUVE (1878) glaubt, dass der Tibialis anticus des *Vespertilio murinus* auch den Extensor hall. longus enthält, weil er eine Verstärkung vom distalen Teile der Fibula erhält. Ein ähnliches Verhalten ist von keiner anderen Fledermaus bekannt. Bei dem von mir zergliederten *Dasypus* entsprang er von etwas mehr als dem proximalen $^1/_3$ der Tibia und fast von der ganzen Fibula; durch die kolossale Entwicklung dieses Muskels ist der Extensor hall. long. hier zurückgedrängt und ziemlich reduziert worden. Einen höheren Ursprung hat der Tibialis anticus bei *Chrysocloris* (DOBSON 1882/83), wo er auch von der Patella entspringt, bei den Dasyproctidae und *Castor* (PARSONS 1894). Bei *Chinchilla* und *Lagostomus* kommt ein Teil des Tibialis anticus von der vom Femur entspringenden Ursprungssehne des Extensor communis. PARSONS (1894) sagt, dass er bei den Caviidae denselben Ursprung hat wie bei den Chinchillidae aber er sagt, dass er einen femoralen Kopf dieses Muskels bei *Cavia*, *Ceredon rupestris*

und *Dolichotis patagonica* vergebens gesucht hat. MIVART und MURIE (1886) haben nämlich einen solchen bei *Cavia* und BEDDARD (1891) bei *Dolichotis patagonica* beschrieben. Bei dem von mir zergliederten Exemplare von *Cavia cobaya* entsprang ein Teil des Tibialis anticus mittels einer Sehne vom Femur neben dem Extensor communis. Erst ist die Sehne etwas mit der Sehne dieses Muskels und dann der Muskelbauch etwas mit dem proximalen Teile des Muskelbauches des Extensor communis verwachsen. Ich glaube also, dass die verschiedenen Verfasser dasselbe Verhalten gefunden, aber es in verschiedener Weise gedeutet haben. ALÉZAIS (1902) beschreibt ihn in derselben Weise und sagt, dass der vom Femur kommende Teil im oberen ¹/₃ des Unterschenkels mit Extensor communis verwachsen ist.

Im allgemeinen hat der Muskel seine ursprüngliche, tarsale Insertion behalten und befestigt sich an Entocuneiforme. Dies findet man bei den Monotremata[1]) Marsupialia[2]), *Dasypus*, *Cyclothurus* (PARSONS 1899), *Myogale* (DOBSON 1882/83), *Myodes*, *Gerbillus* und zwei Arten von *Mus* (PARSONS 1896), den Indrisinae (MILNE-EDWARDS und GRANDIDIER 1876) und *Tarsius*. Bei den meisten Säugetieren aber hat er auch eine sekundäre Insertion, an Metatarsale I bekommen: etwas bei den *Soriciden* (ÄRNBÄCK CHRISTIE-LINDE 1906) und *Centetes*, kräftiger bei den Manidae, *Myrmecophaga*, *Orycteropus* (PARSONS 1899), bei den Nagern (PARSONS 1894 und 96), bei mehreren Carnivoren (PARSONS und WINDLE 1898); bei den letzteren aber ist die Insertion an Entocuneiforme schwach geworden. Zuweilen verschwindet diese Insertion ganz und der Muskel befestigt sich nur an Metatarsale I; wir finden dies bei *Erinaceus*, *Gymnura*, *Potamogale* und *Chrysocloris* (DOBSON 1882/83); bei den Felidae, Canidae und *Bradypus*[3]) inseriert er am Halluxrudimente. Wo der Hallux ganz verschwunden ist, kann er am Metatarsale II inserieren, wie bei Hyrax und den Hyaenidae.

Eigentümliche Insertionsarten erwähnt PARSONS (1899) bei den Edentaten: so bei *Cholaepus*[3]), wo die Sehne sich mit den Sehnen der langen Flexoren vereinigt, bei *Tamandua*, wo er an einem Sesamstück neben dem Naviculare inseriert.

Unter den Chiroptera hat er nur bei *Megaderma* und *Macroglossus* eine primitive Insertionsart — an Naviculare und Entocuneiforme — behalten. Sonst inseriert der Muskel an Metatarsale I (MACALISTER 1862), bei *Vespertilio murinus* am I[1] (MAISONNEUVE 1878). Bei den von mir zergliederten Chiroptera inserierte er bei *Pteropus* und *Phyllostoma* an Metatarsale I, bei *Vesperugo noctula* auch an der Grundphalanx von I.

[1]) Nach MECKEL (1896) inseriert der Tibialis anticus bei *Ornithorhynchus* an Naviculare. Nach ALIX (1867 B) inseriert er bei *Ornithorhynchus* und *Echidna* an Entocuneiforme und etwas an Metatarsale II. MIVART (1865) beschreibt den Extensor hallucis longus bei *Echidna* als einen zweiten Tibialis anticus.

[2]) Bei *Myrmecobius* (LECHE) zweigt sich im Unterschenkel eine dünne Sehne ab, die an der Spitze des Metatarsale I inseriert; LECHE hält dies für ein Rest des als selbständiger Muskel verschwundenen Extensor hallucis longus.

[3]) Es ist, wie PARSONS nachgewiesen hat, schwierig zu sagen, welcher Muskel dies eigentlich ist, ob er den Tibialis anticus, den sonst vermissten Extensor hallucis longus oder beide zu einem verschmolzen, repräsentiert.

Es ist wahrscheinlich diese doppelte Insertion, die dazu geführt hat, dass der Muskel unter den Primaten vielfach in zwei Teile gespalten ist, die an Entocuneiforme und an Metatarsale I inserieren.

Bei *Chiromys* (Oudemans 1890) teilt sich der Muskel etwas unterhalb der Mitte der Tibia. Vollständig in zwei Muskeln gespalten ist er nach Murie und Mivart (1865) bei *Lemur varius, xanthomystax* und *nigrifrons*. Auch bei dem von mir zergliederten *Lemur mongoz* war er vollständig gespalten; die beiden Teile inserierten an Entocuneiforme und an Metatarsale I. Der am Metatarsale I inserierende Teil war relativ schwach. Bei *Tarsius* wie bei *Lepilemur* ist der Tibialis anticus einfach und inseriert nur an Entocuneiforme.

Bei *Hapale* und bei *Cebus* war der Muskel vollständig gespalten, bei *Macacus* im proximalen Teile nicht vollständig, ebenso bei *Ateles arachnoides*, *Inuus ecaudatus* und *Ceropithecus sabaeus*. Bei *Cynocephalus babuin* war er etwas gespalten. Nach Sommer (1906) ist der Muskel bei Plathyrrhinen und Catarrhinen immer mehr oder weniger gespalten; beim *Schimpansen* ist er meist vollständig gespalten, beim *Orang* ist der Muskel oder die Sehne gespalten; bei *Hylobates* kann er einfach sein [1]). Diese Entwicklungsreihe ist für das Studium der Muskelvariationen beim Menschen von grossem Interesse.

Urodela.

Extensor cruris et tarsi fibularis.

Fig. 23, 27.

Hoffmann's Femoro-tarsali-fibulare + Femoro-fibularis.
Humpfry's Peroneus.
Perrin's Extenseur tarsien externe + Extenseur primitif du fibula.
Eisler: Der am Tarsus inserierende Teil des Extensor digitorum communis longus + Femorofibularis brevis.
Osawa's M. peroneus.

Dieser Muskel, der dem Extensor antebrachii et carpi ulnaris am Arme entspricht, entspringt vom Distalende des Femurs, um am grössten (distalen) Teil der Fibula (an *Menopoma* an nicht ganz der distalen $^1/_3$) und am Fibulare zu inserieren. Bei *Necturus* inseriert er auch etwas an Tarsale IV—V. Bei *Menopoma* ist der am Fibulare inserierende Teil deutlich vom anderen getrennt.

Anura.

Extensor tarsi fibularis.

Hoffmann's Femoro-cruralis et tarsale fibulare.
Perrin's Extenseur primitif du fibula.
Gaupp's Peroneus.

Dieser Muskel entspricht dem am Fibulare inserierenden Teil des Extensor cruris et tarsi fibularis der Urodelen; es gibt aber hier kein Muskel, der dem an der Fibula inserierenden Teile dieses Muskels entspricht.

Er entspringt von der Zwischenscheibe des Kniegelenkes und von der Gelenkfläche des Femurs. Bei *Discoglossus* ist diese Ursprungssehne breit und dünn und deckt die Ursprungssehne des Extensor digitorum communis. Bei *Rana* hat sich ein Teil der Sehne zu einer schmalen, kräftigen Ursprungssehne entwickelt, die neben der Ursprungssehne des Extensor communis liegt. Der übrige Teil der ursprünglichen Sehne ist hier mehr fascienähnlich und umgibt die Ursprungssehne des Extensor communis. Ein grosser Teil der Muskelfasern des Extensor tarsi fibularis entspringen aber noch von dieser fascienähnliche Partie.

Bei *Bufo* ist die eigentliche Sehne kräftiger geworden und alle Muskelfasern entspringen von ihr; die fascienähnliche Partie ist hier viel dünner.

Der Muskel inseriert am Distalende des Unterschenkels und an der Basis des Fibulare.

Da Perrin die fibulare Hälfte meines Extensor digitorum communis mit dem am Tarsus inserierenden Teil des Extensor tarsi et cruris fibularis der Urodelen vergleicht, muss er diesen Muskel mit dem an der Fibula inserierenden Teil vergleichen. Dies ist meiner Meinung nach nicht richtig; das natürlichste ist es, dem Extensor tarsi fibularis der Anuren dem am Tarsus inserierenden Teil des Extensor tarsi et cruris fibularis der Urodelen gleichzustellen und den an der Fibula inserierenden Teil dieses Muskels hier für verschwunden zu halten.

Chelonia.

Extensor tarsi fibularis.

Fig. 24, 28.

Hoffmann's Fibulari-metatarsum IV—V.
Gadow's Peroneus anterior.

Hier hat dieser Muskel, wie der Extensor tarsi tibialis seinen Ursprung vom Femur aufgegeben und entspringt vom Unterschenkel. Unter diesen Umständen kann natürlich ein Extensor cruris fibularis nicht existieren.

Er entspringt hier von den distalen ²/₃ des Fibulaschaftes und inseriert an den Metatarsalia IV und V; der an Metatarsale V inserierende Teil sendet eine dünne Sehne längs des Rückens der rudimentären Phalangen.

Sauria.

Extensor tarsi fibularis.

Fig. 25, 29.

Hoffmann's Femoro-metatarsalis dorsalis + Fibulo-metatarsalis dorsalis.
Gadow's Peroneus anterior + Peroneus posterior.
Perrin's Extenseur tarsien externe + Extenseur du cinquième tarsalien.

Dieser Muskel ist hier meistens in 2 Teile gespalten. Er spielt hier eine eigentümliche Rolle, da von dem ungeteilten Muskel oder von der Sehne des

äusseren Teiles der bei Flexor primordialis communis beschriebene, zu den Beugemuskeln gehende Sehnenapparat entspringt, der diese Muskeln am Distalende des Unterschenkels fixiert. Dass dieser äussere Teil zu den Extensoren hört, ist aber, sicher da beide Teile von einem Zweig des Strecknerven innerviert werden.

Bei *Sphenodon* zeigt der Muskel nach OSAWA (1898) und PERRIN (1895) ein relativ primitives Verhalten, da er einfach ist, wie bei den Cheloniern; er entspringt hier von fast der ganzen Fibula und inseriert an der Basis des Metatarsale V und mittels eines dünnen Sehnenstreifens an der Basis des Metarsale IV. Bei *Heloderma* ist er auch einfach (SHUFELDT 1890). S. nennt ihn »Peroneus secundus». Bei *Lacerta* ist er fast in seiner ganzen Länge einfach; er entspringt hier von der ganzen Fibula, sowie von einem zwischen Condylus externus femoris und der Basis der Fibula gehenden Sehne und inseriert mittels 2 Sehnen, die beide zu den Metatarsalia IV und V gehen. Die obere verbindet sich auch mit den Gastrocnemii. (Die obere verbindet sich mit der von Metatarsale IV zu den Phalangen der Zehe V gehenden Sehne.) Diese Verdoppelung der Endsehne ist wohl der Anfang zu der Spaltung des Muskels in 2 Teile, die bei allen anderen von mir untersuchteten Sauriern vollständig durchgeführt war. Bei diesen entspringt der äussere, relativ schwächere Muskel sehnig vom Condylus externus femoris; bei *Ameiva* entspringt er von einer zwischen Condylus externus und Capitulum fibulae gehenden Sehne. Der innere, grössere Teil entspringt von fast der ganzen Fibula. Die Sehnen beider Teile inserieren an Metatarsale V. Am Tarsus hängen beide Sehnen meistens etwas mit einander zusammen: so sendet bei *Tupinambis* die Sehne des inneren Teiles, die auch an der Basis des Metatarsale IV inseriert, eine Verstärkung zur Sehne des äusseren Teiles. Bei *Varanus* geht eine schwache, von beiden Sehnen stammende Sehne zur Basis des Metatarsale IV. Bei *Iguana* und *Ameiva* habe ich eine solche Sehne nicht gesehen.

Bei *Ameiva* geht von beiden Teilen eine Sehne aus, die zur Beugeseite übertritt, wo sie mit einem Teil der Fascie einer Sehne bildet, die, längs der Tibialseite der Grundphalanx IV gehend, an der Tibialseite der Basis der Phalanx 2 inseriert.

Crocodilia.

Extensor tarsi fibularis.

Fig. 26, 30.

HOFFMANN's Peroneus anterior.
GADOW's Peroneus anterior.

Dieser Muskel ist auch hier in zwei Teile gespalten, von denen der eine in Beziehung zur Beugemuskulatur getreten ist; doch zeigt die Innervation, dass beide zur Streckmuskulatur gehören.

Der äussere Muskel entspringt von den mittleren $^3/_5$ der Fibula. Er inseriert etwas an Metatarsale V, geht aber hauptsächlich zu der Sehne des äusseren Gastrocnemius.

Der innere Muskel entspringt von der distalen $^1/_2$ der Fibula, mit Ausnahme des Distalendes. Er inseriert an Metatarsale V.

Beim *Alligator* hängt dieser Teil proximal etwas mit dem vorigen zusammen; doch kann ich nicht mit Gadow (1882) den Muskel als einfach auffassen.

Urodela.

Extensores breves superficiales et profundi.

Fig. 27.

Hoffmann's Fibulae-metatarsum II (II wohl ein Druckfehler) + Tarsu-digiti I—V.

Humphry's Supinator pedis + Extensor brevis digitorum.

Perrin's Extenseur du premier (II, IV. V) doigt + Extenseur superficiel du premier (II, III) doigt + Extenseur profond du deuxième (III, IV, V) doigt.

Eisler's Extensor digg. brevis superficialis + Extensor digg. brevis medius + Extensor digg. brevis profundus.

Osawa's M. abductor et extensor hallucis + Mm. extensores digitorum breves.

Auch hier finden wir Verhältnisse, die gut mit denen am Arme übereinstimmen, nur ist der Abductor-Teil dieser Lage relativ schwächer. Eine Wiederholung der Verhältnisse an der vorderen Extremität ist es auch, dass nur bei *Necturus* ein selbständiger Abductor existiert, der hier in derselben eigentümlichen Weise inseriert; sonst hängt der Abductor-Teil wie am Arme mit dem Extensor brevis für die erste Zehe zusammen.

Die Extensores breves bestehen auch hier aus 2 Lagen, doch sind die beiden nicht so deutlich von einander gebrennt wie an der Hand. Die oberflächliche Lage entspringt von den proximalen Tarsalstücken, sowie von Centrale, die tiefere Lage von den distalen Tarsalstücken. Der oberflächliche und der tiefe Muskel für jede Zehe verschmelzen und inserieren mittels einer Sehne an der Basis der Endphalanx. Bei *Menopoma* und *Cryptobranchus* (Osawa) verschmelzen sie mit den Zehensehnen des Extensor digitorum communis, bei den anderen hängen sie nur schwach oder gar nicht (*Necturus*) mit dem Extensor digitorum communis zusammen. Der Abductor-Teil des Muskels für I inseriert an der Basis des Metatarsale I.

Sie entspringen in folgender Weise:

Bei *Siredon* 1) von Intermedium und Centrale, 2) von Intermedium, Centrale und Tarsale II, 3) von Intermedium, Fibulare und den Tarsalia III und IV, 4) von Fibulare und Tarsale IV, 5) von Fibulare und Tarsale V.

Bei *Salamandra* 1) von Intermedium, Centrale und Tarsale II, 2 von Intermedium, Centrale und Tarsale II, 3) von Fibulare, Intermedium, Centrale und den Tarsalia III und IV. 4) von Fibulare und den Tarsalia IV und V, 5) von Fibulare und Tarsale V.

Bei *Necturus* entspringt 1) der selbständige Abductor vom Distalende der Fibula und von Intermedium-Fibulare, der andere Muskel von Centrale und Tarsale III. Die anderen entspringen in folgender Weise: 2) von Centrale und Tarsale III, 3) von Intermedium-Fibulare und Tarsale IV—V, 4) von Intermedium-Fibulare und Tarsale IV—V. Der Abductor inseriert an der Basis des Metatarsale II und mittels einer schwachen Sehne längs der Tibialseite der Phalangen dieser Zehe.

Bei *Menopoma* kann man eigentlich 3 Lagen unterscheiden. I. Die oberflächlichste entspringt vom Distalende der Fibula, von Intermedium und vielleicht etwas von Fibulare; sie vereinigt sich mit den Muskeln der mittleren und tiefen Lage für die Zehen I und II. II, Die mittlere Lage besteht aus 2 Teilen: a) entspringt von dem proximalen (grösseren) Centrale und vereinigt sich mit den Muskeln der tiefen Lage für I—III, b) entspringt von Fibulare; diese Lage bildet die einzigen kurzen Extensoren für IV und V und sendet einen schwachen Teil zur Dorsalseite des Muskels der mittleren Lage für III. III. Die tiefste Lage besteht aus 3 Muskeln für die Zehen I—III. Sie entspringen a) von dem distaleren (kleineren) Centrale und Tarsale II b) ebenso c) von Tarsale III.

Anura.

Extensores breves superficiales et profundi.

HOFFMANN's Cruro-tarsale tibiale anterior + Cruro-tarsale tibiale inferior + Tarsali primo-metatarsum primum + Tarsali-fibulari-phalanx prima digiti I, II, III + Accessorio-metatarsum primum + Tarsali fibulari-phalanx prima digiti longus IV + Tarsali-fibulari metatarsum V + Tarsali tibiali-phalanx prima digiti II und III + Tarsali fibulari-phalanx prima digiti IV brevis + Tarsali fibulari phalanx III digiti IV + Tarsali fibulare phalanx prima digiti V + Metatarso I phalanx I digiti I + Metatarso I phalanx I digiti II + Metatarso II phalanx I digiti II + Metatarso II phalanx II digiti III + Metatarso III phalanx II digiti III + Tarsali III et metatarso III phalanx III digiti IV + Metatarso IV phalanx III digiti IV + Metatarso V phalanx II digiti V + Metatarso-quinto phalanx II digiti V.

PERRIN's Rotateur inverse du pied + Extenseur commun des doigts + Extenseur superficiel de l'ergot + Extenseur superficiel de la première (II, III) phalange + Extenseur de la première II, III, IV, V) phalange + Extenseur de la quatrième phalanginette + Adducteur antérieur du premier métatarsien + Extenseur profond du premier (II, III, IV, V) doigt + Déducteur du cinquième métatarsien.

GAUPP's Tibialis anticus brevis + Tarsalis anticus + Extensor longus digiti IV + Abductor brevis dorsalis digiti V + Abductor brevis dorsalis hallucis + Extensor brevis superficialis hallucis + Extensor brevis superficialis digiti II (III, V) + Extensor brevis medius hallucis + Extensor brevis medius digiti II (III) + Extensores breves medii digiti IV + Extensores breves profondi hallucis + Extensores brevis profundi digiti II (III, IV, V).

Diese, bei den Urodelen ziemlich unbedeutende Muskellage hat sich hier, im Zusammenhang mit der Verlängerung des Tarsus, bedeutend entwickelt und in mehrere Lagen gespalten. Die beiden Randmuskeln haben sich kolossal vergrössert.

Der Muskel für I hat sich hier gespalten; zwei Teile dieses Muskels entspringen vom Unterschenkel. Der proximale, schwächere Teil ent springt bei *Discoglossus* und *Bufo* von einer Stelle im distalen Teil des Unterschenkels, um an der Basis des Tibiale zu inserieren. Bei *Bufo* ist dieser Muskel besonders schwach;

bei *Rana* ist er kräftiger als bei den anderen und entspringt von einer Strecke in der Mitte des Unterschenkels. Der andere Teil entspringt vom Distalende des Unterschenkels, um bei *Rana* und *Discoglossus* an der distalen Hälfte des Tibiale, bei *Bufo* am grössten Teile des Tibiale, sowie etwas am Distalende des Fibulare zu inserieren. Die übrigen Teile des Muskels für die Zehe I werde ich mit den Muskeln für die anderen Zehen beschreiben.

Von den anderen Muskeln haben wir 4 Lagen. Die Lage a) (GAUPP's Extensor longus digiti IV) besteht bei *Discoglossus* aus einem kräftigen Muskel, der vom Distalende des Unterschenkels entspringt; er verschmilzt mit den Muskeln der Lagen b) und c) für die Zehen III—V. Bei *Bufo* ist er zu einem sehr schwachen Muskel geworden, der mit den Muskeln der Lage b) für die Zehen II und III sowie zuweilen etwas mit den Muskeln der Lage c) für die Zehe IV verschmilzt. Bei *Rana* ist er noch schwächer und geht zu dem Muskel der Lage c) für IV. Zuweilen geht er auch etwas zu dem Muskel der Lage b) für III.

Ein kräftiger Muskel entspringt vom grössten Teile des Fibulare; er inseriert an der Basis des Metatarsale V und sendet einen kleinen Teil zur Basis der ersten Phalanx der Zehe V; es ist dies der Teil, der bei *Discoglossus* eine Verstärkung vom vorigen Muskel bekommt. Bei *Bufo* sendet er zuweilen dem Teil des vorigen Muskels für IV eine schwache Verstärkung.

Die Lage b) besteht aus Muskeln für die Zehen I—III; sie entspringen von der distalen Hälfte des Fibulare (bei *Discoglossus* von etwas mehr als der Hälfte). Diese Lage wird von der nächsten Lage durch einen Nerven getrennt. Die Lage c) besteht aus Muskeln für die Zehen I—IV; sie entspringen von der gemeinsamen distalen Epiphyse der Tarsusknochen. Bei *Discoglossus* verschmelzen beide Lagen miteinander und inserieren an der Basis der Grundphalangen I—IV, sowie an der Basis der Phalanx 2 der Zehe IV. Eine Sehne wird an den Praehallux abgegeben.

Bei *Bufo* und *Rana* verschmelzen beide Lagen und inserieren an den Grundphalangen der Zehen I—IV, (bei *Rana* auch an Metatarsale I) sowie an der Basis der Phalanx 2 der Zehe IV. Zuweilen inseriert bei *Bufo* der Muskel für II an der Tibialseite aller Phalangen. Der Muskel für die Zehe I sendet eine Sehne zum Praehallux.

Die Muskeln der tiefsten Lage entspringen in folgender Weise:

1) vom Praehallux und Metatarsale I — geht zu der Tibialseite der Bases der Phalangen von I,

2) von der Fibularseite des Metatarsale I — geht zu der Fibularseite der Bases der Phalangen von I,

3) von der Basis des Metatarsale I — geht zu der Tibialseite der Bases der Phalangen von II,

4) von der Fibularseite des Metatarsale II — geht zu der Fibularseite der Bases der Phalangen von II,

5) von der Basis des Metatarsale II — geht zu der Tibialseite der Bases der Phalangen von III,

6) von der Fibularseite des Metatarsale III — geht zu der Fibularseite der Bases der Phalangen von III.

7) vom Distalende des Tibiale — teilt sich in zwei Bäuche, von denen der eine an der Basis der Grundphalanx von IV inseriert, der andere an der Tibialseite der Bases der anderen Phalangen von IV,

8) von der Fibularseite des Metatarsale IV, bei *Rana* auch von der Basis des Metatarsale V — geht zu der Fibularseite der Bases der Phalangen von IV,

9) und 10) entspringen von beiden Seiten des Metatarsale V, um an beiden Seiten der Zehe zu der Bases der Phalangen zu gehen.

Bei *Rana* geht zuweilen der tibiale der Muskeln für IV nur zur Grundphalanx; dann hat der oberflächlichere Muskel die tibiale Sehne für die Phalangen übernommen. Bei *Bufo* hängen oft die Muskeln der oberen mit den Muskeln der tiefen Lage durch ihre Sehnen zusammen. Natürlich hatten diese Muskeln einst einheitliche Sehnen, die an den Phalangen inserierten. Später ist eine Trennung und Spezialisierung eingetreten, so dass die tieferen Teile die seitlichen, kräftigen Teile der Sehnen für sich Anspruch genommen haben und die mittleren den oberen Muskeln zugefallen sind. Diese Sehnenteile haben ihre distaleren Teile verloren und bei der Spezialisierung nur die proximalen Insertionspunkte behalten. Die Lage der Muskeln im Verhältnis zu einander weist bei *Discoglossus* deutlicher als bei den anderen auf die ursprüngliche Gemeinsamkeit hin.

Perrin hält den oberflächlichsten dieser Muskeln, der vom Distalende des Unterschenkels zu den Muskeln der Zehen III—V, (*Discoglossus*) II—IV (*Bufo*) oder IV (*Rana*) geht für den Extensor communis. Da ich einen anderen Muskel mit diesem homologisiert habe, kann ich den erwähnten Muskel nur für die oberflächlichste Schicht der Extensores breves halten. Es wäre auch merkwürdig auzunehmen, dass der Extensor communis so weit, vom Femurende zum Distalende des Unterschenkels, heruntergewandert wäre. Perrin glaubt, dass die beiden, vom Unterschenkel zu Tibiale gehenden Muskeln (Rotateur inverse du pied) zusammen dem Muskel der Urodelen entsprechen, den ich Extensor tarsi tibialis nenne. Dies könnte doch nur der proximalere Muskel sein, denn der distalere entspringt ja mit einer Lage der Extensores breves zusammen. Ich glaube aber, dass diese beiden Muskeln nur Teile eines ursprünglichen Abductor oder Extensor brevis digiti I sind, die nach der Verlängerung des Tarsus Spaltungsprodukte des ursprünglichen Muskels darstellen. Denn der proximalere Muskel entspringt bei dem primitiven *Discoglossus* relativ distal, was ja darauf hindeutet, dass dieser Muskel allmählich proximalwärts wandert. Ferner geht der Nerv für die Extensores breves unter diesen Muskeln; dies wäre wohl kaum möglich, wenn sie den Extensor tarsi tibialis der Urodelen repräsentierten. Ich habe auch an beiden Beinen eines Exemplares von *Bufo* eine Muskelvariation wahrgenommen, die für meine Auffassung in dieser Frage spricht. Der proximalere Muskel nahm hier nämlich einen sekundären Kopf auf, der von der Ursprungsstelle des distaleren Muskels kam. Diese Variation scheint mir die ursprüngliche Einheit der beiden Muskeln zu bezeugen, sowie die Zugehörigkeit des proximaleren Muskels

zu einer distaleren Muskellage (besonders wenn man dieses Faktum mit der aus anderen Gründen vermutetem Proximalwärtswanderung dieses Muskels zusammenstellt).

Chelonia.

Extensores breves superficiales et profundi.

Fig. 28.

HOFFMANN's Tarso digitus I + Metatarso digitus I + Tarso digitius II—V.
GADOW's Extensor hallucis proprius (Die anderen kürzeren Extensoren hat Gadow nicht untersucht).

Diese Muskeln bestehen hier aus 2 Lagen. Die oberflächlichere Lage besteht aus 3 Muskeln: 1) Ein kräftiger Muskel, der vom Distalende der Fibula entspringt; er inseriert an beiden Seiten der Grundphalanx I und vereinigt sich mit dem tieferen Extensor für I. 2) und 3) entspringen, von Cuboideum, um sich mit den tieferen Extensoren der Zehen III und IV zu vereinigen.

Die Muskeln der tieferen Lage entspringen in folgender Weise:

1) von Metatarsale I und der Grundphalanx I,

2) von Metatarsale II und der Basis des Metatarsale I und von der Grundphalanx II,

3) von Metatarsale III und der Basis des Metatarsale II und von der Grundphalanx III,

4) von Metatarsale IV und der Grundphalanx IV.

Sie inserieren an den Endphalangen der Zehen I—IV. Das Zehenrudiment besitzt keinen Extensor brevis.

Sauria.

Extensores breves superficiales.

Fig. 29.

Mit den Extensores breves profundi zusammen HOFFMANN's Fibulo-tarsi-digitalis dorsalis.
GADOW's Extensor hallucis proprius + Oberflächliche Lage der dorsalen, kurzen Zehenmuskeln.
PERRIN's Extenseur superficiel du premier et du deuxième doigts + Extenseur du premier (II, III, IV, V) doigt + Extenseur accessorie du cinquième doigt.

Da diese Muskellage bei *Sphenodon* vollständiger ist als bei den Sauriern, die ich zergliedert habe, gebe ich hier zuerst die Beschreibung der Extensores breves superficiales von *Sphenodon,* die ich der Abhandlung PERRIN's (1895) entnehme.

Wir können hier die Lage in zwei Teile teilen. Der oberflächliche Teil besteht aus vier Muskeln. Der erste entspringt vom Distalende der Fibula und etwas vom fibularen Teil des grossen, proximalen Tarsalstücks; er teilt sich in zwei Teile, von denen der eine an der inneren Seite des Metatarsale I inseriert, der andere sich mit den tiefer liegenden kurzen Extensoren der ersten Zehe vereinigt. Der zweite

dieser Muskeln entspringt neben dem ersten vom fibularen Teile des grossen, proximalen Tarsalstücks; er vereinigt sich mit den anderen kurzen Extensoren der Zehe II. Neben diesem entspringen der dritte und der vierte Muskel dieser Lage, von denen der eine zur Basis des Metatarsale IV geht, der andere mittels einer Sehne zu der Endphalanx V, sich auch etwas an der Basis der anderen Phalangen dieser Zehe befestigend. Der tiefere Teil der Lage besteht aus vier Muskeln, die vom distalen Teile des grossen, proximalen Tarsalstücks entspringen: sie vereinigen sich mit den Extensores breves profundi der Zehen I—IV. Der Muskel für II, sowie der Muskel für IV entspringt mit zwei Köpfen.

Ich gebe jetzt eine Beschreibung dieser Muskeln bei *Varanus*. Der obere Teil dieser Muskellage verhält sich in folgender Weise. Von dem Muskel für I ist nur der innere Teil erhalten worden; dieser hat sich aber zu einem kräftigen Abductor ausgebildet und ist bedeutend grösser als bei den anderen Sauriern. Er entspringt vom Distalende der Fibula und von der Fibularseite des grossen, proximalen Tarsalstücks, um an der Mitte der Tibialkante des Metatarsale I breit zu inserieren; der zu den tieferen Extensoren dieser Zehe gehende Teil des Muskels ist hier verschwunden. Von dem fibularen Teile des grossen, proximalen Tarsalstücks entspringt der Muskel, der zur Basis des Metatarsale IV geht, sowie der Extensor für V, dessen Sehne hier eine von der Basis des Metatarsale IV kommende Sehne aufnimmt; die gemeinsame Sehne inseriert wie bei *Sphenodon*. (Diese vom Metatarsale IV kommende Sehne existiert bei *Sphenodon* nicht).

Der tiefere Teil dieser Muskellage besteht auch hier aus 4 Muskeln. Die 3 ersten, sowie der tibiale Kopf des vierten entspringen nebeneinander von der Mitte der Distalkante des grossen, proximalen Tarsalstücks; der grössere, fibulare Kopf des vierten entspringt weiter fibular vom grossen, proximalen Tarsalstück. Sie vereinigen sich mit den Extensores breves profundi der Zehen I—IV. (Der Muskel für II hat bei allen, mit Ausnahme von *Sphenodon*, nur einen Kopf.)

Was den oberflächlichen Teil dieser Lage bei den anderen von mir untersuchten Sauriern betrifft, so ist der Muskel für I bei allen bedeutend schwächer als bei *Varanus*. Bei *Iguana* und *Lacerta* ist er doppelt wie bei *Sphenodon*. Der innere Teil inseriert wie bei *Sphenodon* — bei *Lacerta* längs der proximalen $^1/_2$ des Metatarsale I — der äussere Teil aber hat den Zusammenhang mit dem tiefen Extensor verloren und inseriert fibular von ihm, an der fibularen Seite des Distalendes des Metatarsale I. Bei *Ameiva*, existiert nur der innere Teil dieses Muskels, bei *Tupinambis* nur der äussere. Bei *Tupinambis, Ameiva, Iguana* und *Lacerta* findet man noch den Muskel dieser Lage für II, der aber auch den Zusammenhang mit dem tiefen Extensor verloren hat und an einer Stelle im proximalen Teile des Metatarsale II inseriert. Bei allen existiert der vom grossen, proximalen Tarsalstück zur Basis des Metatarsale IV gehende Muskel. Bei *Tupinambis* existiert ein relativ kräftiger Muskel für V. Wie bei *Varanus* nimmt seine Sehne die von der Basis des Metatarsale IV kommende Sehne auf. Bei den anderen, wo der Extensor brevis

V ganz oder fast vollständig verschwunden ist, wird die Extensorsehne für V von dieser Sehne gebildet und entspringt darum von der Basis des Metatarsale IV. Bei *Iguana* nimmt diese Sehne einen schwachen Rest des Extensor brevis V auf, der hier von Metatarsale V entspringt; bei *Lacerta* und *Ameiva* konnte ich diesen Rest nicht finden.

Was den unteren Teil dieser Lage bei den von mir zergliederten Sauriern, mit Ausnahme von *Varanus*, betrifft, habe ich hier die Muskeln für I und II nicht gefunden. Von einer Rinne in der Mitte des grossen, proximalen Tarsalstücks entspringen mittels gemeinsamer Sehne der Muskel für III, sowie der tibiale Kopf des Muskels für IV. Der fibulare, kräftigere Kopf des Muskels für IV verhält sich wie bei *Varanus*.

Bei allen existiert ein schwacher Muskel — er liegt unter dem Extensor brevis für V, wenn dieser existiert — der von der fibularen Kante des Metatarsale V entspringt; er inseriert an der Tibialseite des Metatarsophalangealgelenkes von V und verbindet sich mit den von dieser Stelle entspringenden Sehnen. Ich habe eine Beschreibung dieses Muskels bei PERRIN nicht gefunden.

Extensores breves profundi.

Mit der vorigen Lage zusammen HOFFMANN's Fibulo-tarsi-digitalis dorsalis.
GADOW's Tiefe Lage der dorsalen kurzen Zehenmuskeln.
PERRIN's Extenseur profond du premier (II, III, IV) doigt.

Der innerste dieser Muskeln entspringt vom grössten Teile des Metatarsale I; er geht mittels einer Sehne zur Basis der Endphalanx I, auch etwas an der Grundphalanx inserierend.

Der zweite Muskel entspringt vom proximalsten Teile des Metatarsale I und vom grössten Teile des Metatarsale II; er inseriert kräftig an der Tibialseite der Basis der Grundphalanx II und mittels einer Sehne, die auch etwas an der Basis der anderen Phalangen inseriert, an der Basis der Endphalanx II.

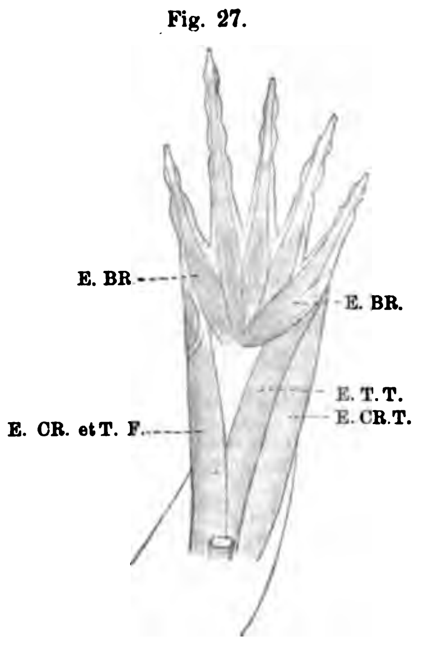
Der dritte Muskel entspringt von fast der proximalen $^1/_2$ des Metatarsale II und vom grössten Teile des Metatarsale III. Insertion wie bei dem Muskel für II.

Der letzte Muskel entspringt von nicht ganz der proximalen $^1/_2$ des Metatarsale III und vom grössten Teile des Metatarsale IV. Insertion wie bei dem Muskel für II.

Die Zehe V besitzt keinen Extensor brevis profundus.

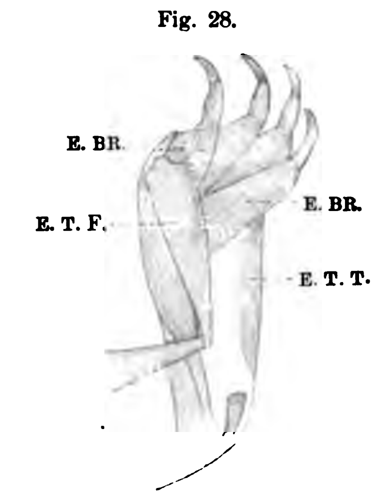
Die Extensores breves profundi entspringen auch etwas von den Dorsalseiten der zwischen den Zehen ausgespannten Sehnenbänder.

Fig. 27.



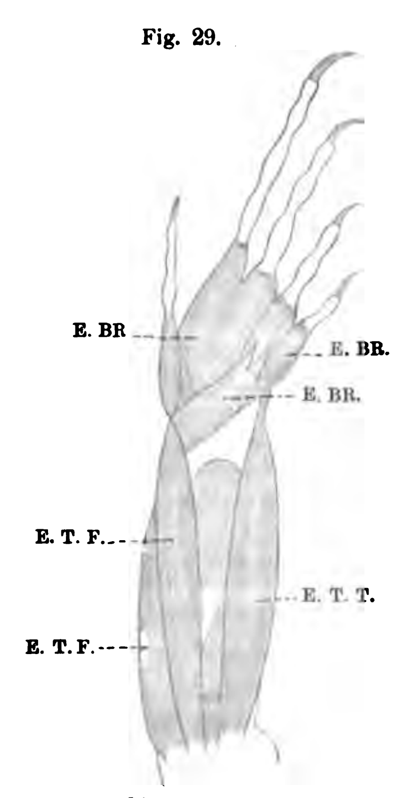
Siredon. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Fig. 28.



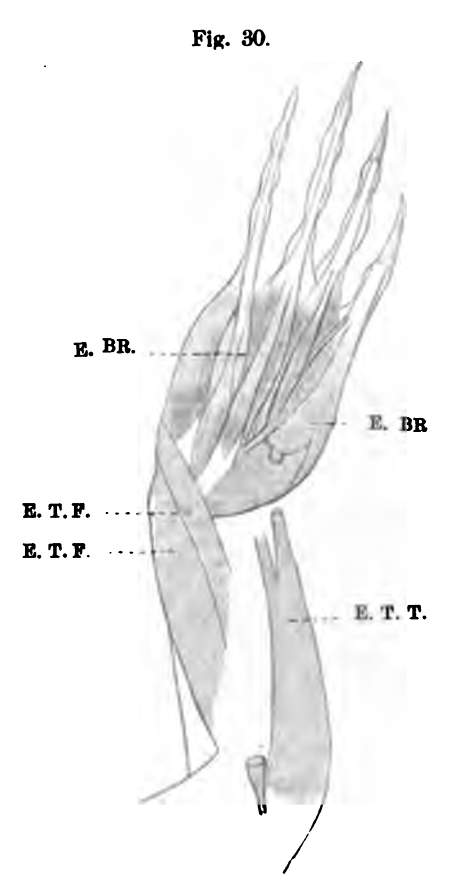
Emys. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Fig. 29.



Tupinambis. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Fig. 30.



Crocodilus. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Crocodilia.

Extensores breves superficiales.

Fig. 30.

HOFFMANN beschreibt nur einen unter ihnen: Extensor hallucis proprius.
GADOW's Extensor hallucis proprius + 25 + 26.

Von den Muskeln, die bei den Sauriern zum oberen Teile dieser Lage hören, findet man hier nur einen wieder, den inneren Muskel für die Zehe I. Er ist hier relativ gross, doch nicht so gross wie bei *Varanus*. Er entspringt sehnig vom Distalende der Fibula und inseriert an der Basis des Metatarsale I, in halbzirkelförmiger Weise die Insertion des Extensor tarsi tibialis umgebend, sowie längs eines Teiles der Innenseite des Metatarsale I.

Von der unteren Lage finden wir alle Muskeln wieder, mit Ausnahme des tibialen Kopfes des Muskels für IV. Die drei tibialen dieser Muskeln entspringen mittels gemeinsamer Sehne von Tibiale, in der Mitte des Tarsus. Der vierte entspringt fleischig von Fibulare. Sie verschmelzen mit den Extensores breves profundi der Zehen I—IV.

Extensores breves profundi.

Fig. 30.

HOFFMANN hat sie nicht beschrieben.
GADOW's 27 + 28.

Sie verhalten sich hier ungefähr wie bei den Sauriern. Sie entspringen in folgender Weise:

1) Von Metatarsale I, mit Ausnahme des proximalsten Teiles (der von den Insertionen des Extensor tarsi tibialis und des oberflächlichsten Extensor brevis superficialis in Anspruch genommen wird.)

2) von fast der ganzen Fibularseite des Metatarsale I, von fast dem ganzen Metatarsale II und von dem Interosseus zwischen I und II,

3) vom proximalsten Teile des Metatarsale II und vom ganzen Metatarsale III, sowie von dem Interosseus zwischen II und III,

4) vom proximalsten Teile des Metatarsale III und vom ganzen Metatarsale IV.

Sie gehen in dünne Sehnen aus, die, mehr Dorsalaponeurosen ähnlich, sich längs des Rückens der Zehen befestigen.

Säugetiere.

Extensor tarsi fibularis und Extensores breves digitorum.

Obgleich ich nicht die Auffassung RUGE's von den Beziehungen dieser Muskelgruppen zu einander teilen kann, finde ich es doch rätlich, sie an derselben Stelle zu behandeln; ich erspare mir auf diese Weise unbequeme Wiederholungen.

Nach meiner Auffassung bestanden ursprünglich bei den Säugetieren Extensores breves für alle Zehen. Die Insertion des Extensor tarsi fibularis wanderte distalwärts und dieser bei primitiven Formen einfache Muskel spaltete sich in die Peronei und den Extensor digitorum lateralis. Dieser spaltete sich wieder, indem ein oder mehrere seiner Teile von der Zehe V zu anderen Zehen überwanderten. Die Extensores breves, die bei den Monotremen, wo die kurze Finger- und Zehenmuskulatur mehr oder weniger rudimentär ist, vollständig verschwunden sind, werden bei den Marsupialiern, wo der Extensor digitorum lateralis aus mehreren Bäuchen besteht, an den meisten Zehen durch diesen überflüssig gemacht und verschwinden; dies Verhalten braucht uns nicht zu wundern, da wir bereits bei der Behandlung der Flexormuskulatur sahen, dass der Fuss der Marsupialier in gewisser Beziehung höher entwickelt ist als der Fuss der Monodelphia. Bei diesen ist der Extensor digitorum lateralis nie in mehr als zwei Bäuche gespalten, die zu den Zehen IV und V gehen; die Extensores breves sind darum hier viel besser erhalten.

Ruge ist, was den Extensor brevis digitorum betrifft, zu dem Resultate gekommen, dass er ursprünglich ein vom proximalen Teile der Fibula entspringender Muskel war, der allmählich auf den Fussrücken hinunterwanderte. Der Extensor digitorum lateralis wäre somit die an der ursprünglichen Ausgangsstelle zurückgebliebenen Teile des primitiven Muskels. Nach dieser Auffassung bekommt man eine sehr schöne Entwicklungsreihe von den Monotremata zu den Marsupialia und weiter zu den höheren Säugetieren, aber auch eigentümliche Resultate, da *Galeopithecus*, die Chiroptera und einige Edentaten die höchste Stelle in der Entwicklungsreihe einnehmen.

Es ist mir aus mehreren Gründen unmöglich, der Auffassung Ruge's[1]) beizustimmen. Erstens hat man bei höherer Entwicklung eher zu erwarten, dass eine Muskellage an Hand oder Fuss proximalwärts wandere als das entgegensetzte; eine solche Proximalwärtswanderung der Extensores breves digitorum sahen wir an der vorderen Extremität. Die Geschichte der Flexormuskulatur hat uns ja auch eine solche Auffassung gegeben. Der Hauptgrund aber, weshalb ich nicht die Auffassung Ruge's teilen kann, ist das Faktum, dass wir bei den Amphibien und Reptilien keine Tendenz zu einer solchen Proximalwärtswanderung finden und dass die Extensores breves der Säugetiere fast vollständig mit derselben Muskellage der Amphibien und Reptilien übereinstimmen. Um der Auffassung Ruge's beizustimmen, muss man entweder annehmen, dass die Extensores breves der tiefer stehenden Formen bei den Säugetieren verschwunden sind und dass der primitive Extensor lateralis nichts mit diesen Muskeln zu tun hat oder dass die Extensor brevis-Lage der Amphibien und Reptilien zuerst — bei den Vorfahren der Säugetiere — eine weite Proximalwärtswanderung durchgemacht hätte, um bei den jetzigen Säugetieren denselben Weg zurückzugehen. Beide Auffassungen scheinen mir nicht glücklich. Wenn man in der ganzen Tetrapodenreihe eine Muskellage findet, die sich fast gar nicht verändert, scheint es mir das natürlichste, diese Lage

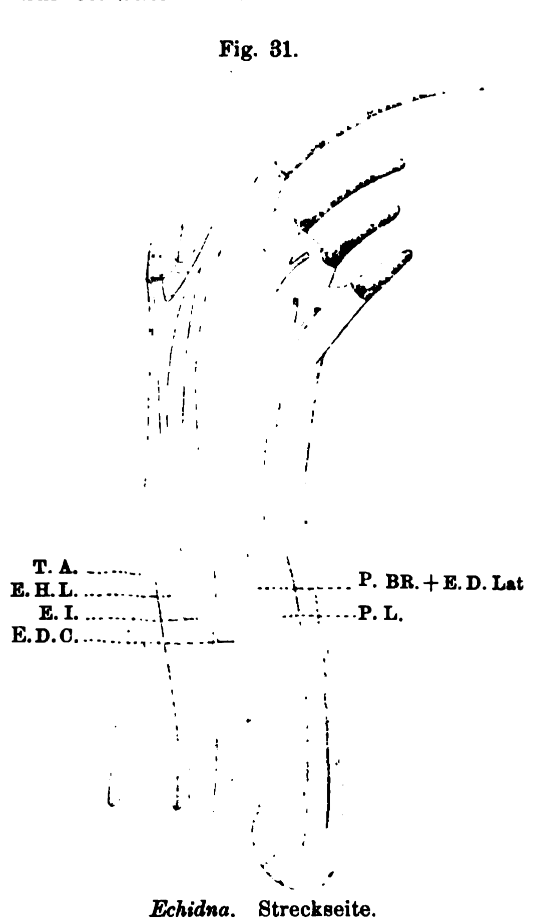
[1]) Auch das Verhalten der Nerven führt mich zu einer anderen Auffassung. Dies wird aber weiter unten bei der Beschreibung der Nerven behandelt.

überall für dieselbe Bildung zu halten. Es scheint mir schwerverständlich, dass die Natur auf einem so grossen Umwege ganz dieselbe Bildung herstellen sollte. Die einzige Schwierigkeit, die sich meiner Auffassung entgegenstellt, ist das Verhalten der Monotremata und Marsupialia, das ja scheinbar in hohem Grade für die Auffassung Ruge's spricht. Aber da es nach meiner Meinung möglich ist, dieses Verhalten ohne Schwierigkeit zu erklären, muss ich bestimmt an meiner Auffassung festhalten. Frets (1908) ist auch zu dem Resultate gekommen, dass die Auffassung Ruge's unrichtig ist.

Es ist auch nach der Auffassung Ruge's sehr schwierig zu erklären, wie eine Zehe zur selben Zeit einen Extensor brevis- und einen Extensor lateralis-Teil haben kann.

Bei den Monotremen finden wir, wie erwähnt, keine Extensores breves. Aber da sowohl die kurzen Fingermuskeln, als die kurzen Zehenmuskeln der Beugeseite nur schwach entwickelt oder rudimentär sind, ist es ganz natürlich anzunehmen, dass diese Muskellage, die ja ohnehin nie sehr kräftig gewesen ist, hier wegen der geringen Beweglichkeit der Zehen nutzlos wurde und verschwand.

Fig. 31.



Echidna. Streckseite.

Was die Extensor tarsi fibularis-Gruppe betrifft, findet man das einfachste Verhalten bei *Echidna*. Wir haben ja schon bei der Beschreibung des Extensor digitorum communis von *Echidna* gesehen, dass die Neigung des Fusses gegen die fibulare Seite diesen Muskel veranlasst hatte, seine tibialen Insertionen zu verstärken und die fibularen aufzugeben. Es wird uns dann auch leicht verständlich, dass der bei den Amphibien, Cheloniern, sowie bei *Sphenodon* und *Heloderma* einfache Extensor tarsi fibularis zur selben Zeit tibialwärts gewandert ist und sich gespalten hat. Er besteht hier aus 2 selbständigen Teilen. Wie oft die anderen Extensoren, haben sie ihren Ursprung an den Unterschenkel verlegt; sie entspringen nebeneinander, der äussere von der Fibulaschaufel und etwas von dem Proximalende des Fibulaschaftes, der innere vom Proximalende des Fibulaschaftes. Merkwürdigerweise vollzieht sich das Tibialwärtswandern der beiden Muskeln an verschiedenen Seiten des Fusses. Der äussere, der unbedingt der Peroneus longus ist, hat nur eine schwache Insertion an Metatarsale V behalten und befestigt sich an den Metatarsalia I und II, sowie an der Grundphalanx I. Wir sehen also,

dass die eigentümliche Winkelstellung des Fusses, die man bei den Monotremen findet, die rätselhafte Insertionsweise des Peroneus longus hervorgerufen hat. Man hat also keinen Grund, diesen Muskel wegen seiner Insertionsweise als einen ehemaligen Flexor aufzufassen. Der andere Muskel, dessen Tibialwärtswanderung sich an der Extensorseite des Fusses vollzogen hat, ist schwächer als der äussere; seine Sehne teilt sich in 2 schwache Sehnen, die an der Dorsalseite der Metatarsalia IV (Mitte) und V (distaler Teil) inserieren [1]. Aus diesem Muskel entwickeln sich, wie wir sehen werden, sowohl der Peroneus brevis, als der Extensor digitorum lateralis.

Bei *Ornithorhynchus* hat sich der innere dieser beiden Muskeln schon gespalten, so dass diese Muskelgruppe aus 3 Muskeln besteht. Der äussere — Peroneus longus — entspringt von fast der ganzen hinteren horizontalen Kante der Fibulaschaufel. Seine Insertionsart ist etwas altertümlicher, da er kräftig an den Metatarsalia V und I inseriert, sowie schwach an den Metatarsalia IV nnd II; er illustriert also deutlich die Wanderung dieser Insertion. Der mittlere Muskel hat bei der Spaltung des bei *Echidna* einheitlichen Muskels die äussere Endsehne übernommen. Er entspringt von der Fibulaschaufel, unter dem Peroneus longus und in derselben Weise wie dieser; er inseriert hauptsächlich am Distalende des Metatarsale V und an der Grundphalanx dieser Zehe, sowie mit einem etwas schwächeren Teil der Sehne an den anderen Phalangen der Zehe V [2].

Die Insertion an Metatarsale V — wie bei *Echidna* — ist natürlich die ursprünglichere, die Insertion an den Phalangen hat sich wohl später ausgebildet; sie zeigt die Tendenz dieser Muskelgruppe, ihre Insertionen weiter distalwärts zu verlegen. Der innerste der 3 Muskeln entspringt von der ganzen äusseren Kante der Fibulaschaufel, unter dem vorigen Muskel. Seine Sehne läuft in eine Aponeurose aus, die den distalen Teil des Fussrückens deckt und mit sehnenbandähnlichen Verdickungen an den Zehen inseriert, sowie sich etwas an Naviculare befestigt.

Ruge begründet seine Auffassung mit diesem Muskel und hält ihn für den Extensor brevis digit I—IV. Er lässt aus dem mittleren Muskel sich Peroneus brevis und Extensor lateralis digiti V herausdifferentiieren. Insofern stimme ich mit Ruge überein, als auch ich glaube, dass sich aus diesem mittleren Muskel bei *Ornithorhynchus* die beiden erwähnten Muskeln entwickelt haben. Der innere Muskel bei *Ornithorhynchus* ist aber nach meiner Auffassung nur der andere Teil des inneren

[1] Alix (1867 B) beschreibt sowohl bei *Echidna* als *Ornithorhynchus* einen Peroneus longus der zu Metatarsale I geht und einen Peroneus brevis, der zu Metatarsale V und den Phalangen der Zehe V geht. Mivart (1865) beschreibt einen Peroneus longus, der zur Grundphalanx der Zehe I geht; den inneren Muskel beschreibt er als einen Teil des Extensor digitorum communis. Westling (1889) beschreibt einen Peroneus longus, der zu Metatarsale I und den Phalangen der Zehe I geht und nennt den anderen Muskel Extensor digitorum IV und V (die mediale Sehne soll am Fussrücken und an der Mittel- und Endphalanx der Zehe IV inserieren, der äussere an der Mittel- und Endphalanx V). Frets (1908) hält, wie erwähnt, den Extensor digitorum communis für einen Peroneus II und III (Extensor lateralis II und III),

[2] Meckel (1826) lässt den Peroneus longus an Entocuneiforme, den anderen Muskel an der Basis des Metatarsale V inserieren. Coues (1871) lässt den Peroneus longus an der Basis des Metatarsale V, den anderen Muskel an Metatarsale V und and der Endphalanx von V inserieren.

Muskels von *Echidna*. Seine Insertionssehne hat sich in eine Aponeurose verwandelt, die sich bei der allgemeinen Neigung zu einem Tibialwärtswandern tibial ausgebreitet hat. Gegen seine Art als ein Extensor brevis spricht ja entschieden, dass eine entsprechende Ausbreitung bei *Echidna* nicht existiert. Eine ähnliche Sehnenausbreitung zeigt auch ein Muskel am Arme der Sciuriden, den ich in meiner Abhandlung über die Armmuskulatur (pag. 656) beschrieben habe[1]).

Man könnte einwenden, dass am Arme von *Ornithorhynchus* ein ähnlicher, von der Ulna entspringender Muskel existiert, den ich als einen Extensor brevis auffasse. Aber am Arme sieht man schon bei den Amphibien und Reptilien den Anfang zu einer Proximalwärtswanderung der kurzen Fingerstrecker. Der Abductor digiti I, den man unmöglich mit einem anderen Muskel verwechseln kann, ist auch proximalwäts gewandert und entspringt neben dem Extensor brevis. Die schräge Lage dieses Muskels am Arme und der Umstand, dass er nicht so hoch oben entspringt wie der fragliche Muskel am Beine, macht auch einen grossen Unterschied. Das Ausschlaggebende aber ist, dass man am Arme bei *Echidna* einen ähnlichen, mit kräftigen Sehnen versehenen Extensor brevis findet, da ja wie erwähnt der fragliche Muskel am Beine von *Ornithorhynchus* bei *Echidna* kein Gegenstück hat.

Wenn wir den fraglichen Muskel am Beine des *Ornithorhynchus* als einen Extensor digitorum lateralis auffassen, überbrückt er in sehr glücklicher Weise den Unterschied, der, was diese Muskelgruppe betrifft, zwischen *Echidna* und den Marsupialiern besteht.

Bei den Marsupialiern finden wir einen Peroneus longus, der bei den von mir untersuchten Formen mit 2 Köpfen entspringt; 1) von Capitulum fibulae, 2) vom proximalen Teile der Fibula. Er inseriert an Metatarsale I, bei *Didelphys* aber auch etwas an Metatarsale V. Peroneus brevis entspringt von Capitulum fibulae, um an Metatarsale V zu inserieren. Bei *Phascolarctos* sandte er an dem rechten Beine eine Verstärkung zu dem Extensor lateralis V. Eine Eigentümlichkeit in der Lage der Sehne dieses Muskels muss schon hier besprochen werden. Die natürliche Lage für diese Sehne ist ja, wie die Sehnen der anderen langen Zehenextensoren, tibial von der Sehne des Peroneus brevis zu liegen. Diese Lage der Sehne habe ich auch bei *Didelphys* und *Phascologale* gefunden. Bei *Trichosurus* und *Phascolarctos* findet man ein eigentümliches Verhalten, nämlich dass die Endsehne des Peroneus brevis die Sehne des Extensor lateralis V überbrückt, so dass die Sehne dieses Muskels die Endsehne des Peroneus brevis durchbohrt.

Bei *Petaurus* dagegen inseriert die Sehne des Peroneus brevis tibial von der Sehne des Extensor lateralis V, der also, um zu seinem Insertionspunkt zu kommen, über die Sehne des Peroneus brevis treten muss; dies ist das Verhalten dieser Sehne, das wir bei fast allen Monodelphia finden. Wir müssen also annehmen, dass es in der Weise entstand, dass die Sehne des Peroneus brevis die Sehne des Extensor

---

[1]) Dieser Muskel ist wohl ein Teil des Extensor digitorum lateralis (Ex. dig. V) und nicht, wie ich dort angegeben habe, ein Teil des Ex. dig. comm. Ich habe dort (pag. 655) leider irrtümlicherweise angegeben, dass Eisler die Auffassung hatte, dass der Extensor lateralis V aus dem Extensor carpi ulnaris stammen sollte.

lateralis V — in der Weise, wie *Trichosurus* und *Phascolarctos* es zeigen — überwanderte. Wenn dann der Peroneus brevis seinen Ursprung über die Fibula ausdehnt und die Extensores laterales IV und V fibular von ihm liegen, liegt die Sehne des Ext. lat. IV unter seine Sehne und die Sehne des Ext. lat. V über dieselbe.

Bei den von mir untersuchten Marsupialern können wir deutlich die Ausbreitung des Extensor digitorum lateralis, im Verein mit dem Überflüssigwerden und Verschwinden der Extensores breves, verfolgen. Bei *Trichosurus* und *Phascolarctos* finden wir, ausser einem Extensor lateralis V, der vom Proximalende der Fibula entspringt, einen Extensor lateralis IV, der von der Mitte der Fibula entspringt. Daneben finden wir einen sehr schwachen Extensor brevis, der, vom Fussrücken entspringend, zu den Zehen II und III geht. Ganz dasselbe Verhalten finden wir bei *Cuscus* (Cunningham 1882). Bei *Phascolarctos* fand ich auch einen sehr unbedeutenden Rest eines Extensor brevis IV. Bei *Petaurus* ist die Entwicklung einen Schritt weitergegangen, da der Extensor lateralis IV sich in 2 Muskeln gespalten hat, von denen der eine zur Zehe III geht; dementsprechend ist auch der Extensor brevis für III verschwunden. Bei sämtlichen 4 Arten war der Extensor brevis I verschwunden, was ja auch ein Zeichen für die unbedeutende Rolle ist, die diese Muskellage bei den Marsupialiern spielt. Bei *Didelphys* ist die Entwicklung noch weiter gegangen, da sich hier noch ein Extensor lateralis für die Zehe II abgespalten hat. Hier existieren aber 2 Extensores breves, die von Calcaneus zu den Zehen I und II gehen. Nach der Auffassung Ruge's wäre es schwierig zu erklären, warum die Zehe II sowohl einen kurzen, als einen langen Muskel besitzt. Bei *Phascologale, Dasyurus* (Mc Cormick 1887), *Thylacinus* (Cunningham 1882) und *Myrmecobius* (Leche 1890/91) finden wir dasselbe Verhalten der Extensores laterales wie bei *Didelphys*; hier sind aber sämtliche Extensores breves verschwunden. Was diese Muskelgruppe betrifft, so stehen die Monodelphia tiefer als die Marsupialia, da sich bei jenen nie Extensores laterales für die Zehen II und III ausgebildet haben. Darum hat sich auch die altertümliche Lage der Extensores breves viel besser erhalten.

Bei den Insectivoren hat der Peroneus longus im allgemeinen eine sekundäre Insertionsart, indem er, den Fuss kreuzend, au Entocuneiforme inseriert (Dobson 1882/83). Bei *Centetes* inseriert er jedoch in altertümlicher Weise etwas an den Metatarsalia IV und V. Bei *Erinaceus* inseriert er auch etwas an Metatarsale V. Dies hat schon Frets (1908) nachgewiesen. Extensores laterales für IV und V findet man nach Dobson bei *Ericulus, Potamogale, Myogale* und *Condylura*, nur für V bei *Chrysocloris, Scapanus, Scalops*. *Gymnura* hat nach Parsons (1895) Extensores laterales für IV und V[1]). Mein Exemplar von *Centetes* stimmte nicht mit der Beschreibung Dobson's überein; ich habe nämlich einen normalen Extensor lateralis für IV gefunden (nach Dobson wäre dieser Muskel nur ein Teil des Peroneus brevis). Bei *Centetes* fand ich Extensores breves für die Zehen II—IV.

[1]) Nach Dobson besass *Gymnura* nur einen Extensor lateralis, der aber zwei Sehnen (für IV und V) haben sollte.

Talpa hat nur einen Extensor lateralis V. Extensores breves werden vermisst. Peroneus longus ist schwach; er inseriert an Metatarsale I und ebenso kräftig an Metatarsale V. Peroneus brevis ist kräftig und entspringt mit einem zweiten Kopfe von Capitulum fibulae, so dass er den Peroneus longus deckt.

Bei *Erinaceus* findet man auch einen Extensor lateralis IV, der intim mit dem Extensor lateralis V und Extensor digitorum communis zusammenhängt. Extensores breves gehen zu II und III und zuweilen auch zu IV [1]). Nach Dobson hat *Ericulus* Extensores breves für I–IV, *Potamogale* für II—IV. Nach Parsons hat *Gymnura* Extensores breves für I—IV.

Bei den Chiroptera hat Macalister (1872 b) nur die beiden Peronei, aber keinen Extensor lateralis gefunden. Dies ist aber kein primitives Zeichen, denn bei *Pteropus* habe ich einen Extensor lateralis V gefunden [2]); er entspringt von der proximalen $^{1}/_{2}$ der Fibula und vereinigt sich mit der Sehne des Extensor digitorum communis für V. Seine Sehne wird von der Sehne des Peroneus brevis überbrückt, ganz wie bei *Trichosurus* und *Phascolarctos*. Peroneus longus entspringt bei *Pteropus* von der Basis der Tibia und inseriert an der Basis der Metatarsalia I, II und III. Peroneus brevis entspringt von einer Strecke der Tibia und Fibula, nicht weit vom Distalende des Unterschenkels, sowie von der Membrana interossea; er inseriert mittels geteilter Sehne an Metatarsale V. *Pteropus* hat eine vom Tarsus entspringende Extensor brevis-Lage, die Sehnen zu allen 5 Zehen sendet. Es existiert jedoch kein Muskelteil für V, sondern die Sehne für diese Zehe geht von dem Teil für IV aus; darum ist es wahrscheinlich, dass diese Sehne sekundärer Art ist, da ja ein Extensor lateralis V leicht diesen Muskel verdrängt. Bei *Vespertilio murinus* (Maisonneuve 1878) inseriert Peroneus longus an Metatarsale II. Der andere Muskel dieser Gruppe soll nach diesem Verfasser an der Endphalanx V inserieren; dies spricht mehr dafür, dass er ein Extensor lateralis, als dass er der Peroneus brevis ist.

Bei *Phyllostoma* fand ich einen Peroneus longus, der in primitiver Weise an den Metatarsalia IV und V inserierte; bei *Vesperugo* inserierte er an Metatarsale I. Macalister gibt keine genaue Angaben über seine Insertionsart. Bei den Chiroptera findet man im allgemeinen eine Extensor brevis-Lage, die zu sämtlichen Zehen geht. Doch zeigen die Verhältnisse bei *Pteropus*, dass der Muskel für V sich vielleicht bei dem Verschwinden des Extensor lateralis V entwickelt haben kann. Der Extensor brevis für I war bei *Phyllostoma* und *Vesperugo* kräftiger als bei *Pteropus* und entsprang vom Distalende der Fibula.

Bei *Galeopithecus* (Leche 1886) inseriert Peroneus longus an den Metatarsalia I und III und an Entocuneiforme. Extensores laterales werden vermisst. Die Extensor brevis-Lage inseriert an allen Zehen; der Muskel für die Zehe I ist relativ gross und von den anderen getrennt.

---

[1]) Nach Dobson und Frets hat *Erinaceus* auch einen Extensor brevis für IV.

[2]) Humphry (1869) hat diesen Muskel bei *Pteropus* nicht beschrieben.

Unter den Edentaten (WINDLE und PARSONS 1899) hat Peroneus longus bei den Bradypodiden eine primitive Insertionsart behalten, da er an der Basis des äussersten Metatarsale inseriert; bei den Myrmecophagidae, Dasypodidae, Manidae und Orycteropidae kreuzt seine Sehne dagegen den Fuss. Bei meinem Exemplar von *Dasypus* teilte sich die Sehne des Peroneus longus in 2 Sehnen, von denen die eine, die kräftiger als die andere war, an Metatarsale V inserierte; die andere inserierte wie gewöhnlich an Metatarsale I. Wahrscheinlich ging auch eine sehr schwache Sehne zu Metatarsale IV. Extensores laterales für die Zehen IV und V findet man bei *Orycteropus*, dagegen nur einen Extensor lateralis V bei *Myrmecophaga*, *Tamandua*, *Dasypus* und *Clamydophorus*. *Manis* besitzt keinen Extensor lateralis. Mein Exemplar von *Dasypus* hatte einen Extensor lateralis V, dessen Muskelbauch etwas mit dem Muskelbauche des Peroneus brevis verwachsen war; die Sehne lag über der Sehne des Peroneus brevis.

Unter den Edentaten findet man bei einigen auch einen Extensor brevis für die Zehe V; es ist nicht unmöglich, dass dies der ursprüngliche Muskel ist und dass wir also hier ein sehr primitives Verhalten finden. Bei *Myrmecophaga, Tamandua* und zuweilen bei *Manis* findet man Extensores breves für alle Zehen. Bei *Cyclothurus*, *Chlamydophorus* und zuweilen bei *Manis* haben nur die 4 äusseren Zehen (also auch die Zehe V) Extensores breves. Bei *Tatusia* haben nur die Zehen II—IV, bei *Orycteropus* entweder I—III oder II—IV Extensores breves. Bei *Dasypus* hat man an 2 Exemplaren solche Muskeln für II—IV, an einem Exemplare nur für I und II gefunden. An meinem Exemplare gingen sie zu II—IV; die Sehne des innersten Extensor brevis stand durch eine Sehnenbrücke mit der Sehne des Extensor hallucis in Verbindung. Bei den Bradypodiden haben im allgemeinen alle Zehen Extensores breves; sie entspringen hier meistens vom Distalende der Fibula.

Unter den Landraubtieren sahen WINDLE und PARSONS (1898) nur eine Insertion des Peroneus longus an Metatarsale I oder, wenn dieses vermisst wurde, an Metatarsale II. Bei *Felis domestica*[1]) sah ich ihn am Halluxrudimente, (und vielleicht auch etwas an Metatarsale II) sowie mittels einer relativ kräftigen Sehne an den Metatarsalia IV und V inserieren; diese Sehne dringt zwischen die beiden Metatarsalia ein. Bei *Paradoxorus*, *Helictis* und *Herpestes* inserierte er an Metatarsale I, bei allen auch mittels einer Sehne an Metatarsale V. Diese Insertion an Metatarsale V haben YOUNG (1879) und MACALISTER (1873) bei *Viverra*, MIVART (1882) bei *Genetta* gesehen. WATSON (1882) fand bei *Proteles* und WATSON und YOUNG (1879) bei *Hyaena*[2]) nur die Insertion an Metatarsale V. Was den Hund betrifft, haben einige hier auch die laterale Insertion des Peroneus longus gesehen, andere dagegen nicht.

---

[1]) STRAUSS-DURCKHEIM (1846) hat noch andere, schwache Insertionssehnen gesehen, REIGHARD und JENNINGS (1902) lassen ihn an Met. I und V, sowie mittels schwacher Sehnen an den anderen Metatarsalia inserieren. MIVART (1881) lässt ihn an oder in der Nähe des Halluxrudimentes inserieren.

[2]) Wahrscheinlich verschwand hier bei der Reduktion des Hallux der den Fuss kreuzende Sehnenteil.

Extensor lateralis V wird immer, Extensor lateralis IV dagegen niemals gefunden. Die Extensores breves gehen zu den Zehen I—IV oder, wenn der Hallux rudimentär ist, zu den Zehen II—IV; zuweilen sendet der fibularste Extensor brevis der Zehe V eine schwache Sehne[1]).

Bei *Phoca* findet man dagegen sowohl einen Extensor lateralis V, als einen Extensor lateralis IV. *Trichecus rosmarus* hat auch 2 Extensores laterales, *Otaria jubata* dagegen nur einen (Murie 1872). Wahrscheinlich hatten also die Vorfahren der Landraubtiere einen Extensor lateralis IV.

Bei den Nagetieren (Parsons 1894,96) inseriert Peroneus longus an Metatarsale I. Extensor lateralis IV wird meistenteils gefunden, Extensor lateralis V fast immer. [Bei *Arctomys marmotta* sendet Extensor lateralis IV einen Sehnenstrang zu der Zehe III; dies ist wohl ein sekundäres Phänomen.] Extensores breves gehen entsprechend meistens nur zu den Zehen II und III. Bei *Myoxus* und *Bathyergus* hat die Zehe I auch einen Extensor brevis.

Bei *Coelogenys, Arctomys, Erethizon dorsatus* und *Georychus* gehen sie zu II—IV. *Dipus* hat keinen Extensor brevis. Nach Frets (1908) gehen die Extensores breves bei *Myoxus glis* zu II—IV.

Bei *Hyrax* inseriert Peroneus longus an der Basis der Metatarsalia II und IV (schwach). Peroneus brevis wird wahrscheinlich vermisst; denn der schwache Muskel, der von der Mitte der Fibula zur Endphalanx IV geht, wird am besten als ein Extensor lateralis IV aufgefasst. Extensores breves gehen von Calcaneus zu den Zehen II und III[2]).

Bei den Prosimiern inseriert Peroneus longus an Metatarsale I. Der Peroneus zeigt bei *Galago crassicaudatus* und *Chiromys madagascariensis* dasselbe Verhalten wie bei *Trichosurus, Phascolarctos* und *Pteropus*, indem er bei seiner Insertion eine Schlinge bildet, durch die bei jenem die Sehne des Extensor lateralis V bei diesem auch die Sehne des Extensor lateralis IV passiert (Murie und Mivart 1865 b, Oudemans 1890). Bei fast allen Prosimiern scheint ein Extensor lateralis V zu existieren, bei den meisten auch ein Extensor lateralis IV. Bei den von mir untersuchten waren beide Muskeln vorhanden. Bei *Stenops gracilis* gehen nach Ruge (1878) Extensores breves zu allen Zehen. Sonst scheint das gewöhnliche Verhalten zu sein, dass sie zu den Zehen II—IV gehen. Bei *Lemur* gingen sie zu II und III. Es scheint, als ob bei *Lepilemur* einmal dasselbe Verhalten existierte. Jetzt gehen aber von dem Extensor brevis, der zu III geht, auch Sehnen zu IV und V; diese Sehnen stehen aber mit keinem selbständigen Muskelteil in Verbindung. Die Sehne, die zu IV geht, nimmt die Sehne des Extensor lateralis IV auf. Bei *Tarsius* entspringen

---

[1]) Bei meinem Exemplar von *Herpestes* existierten 4 Extensores breves; sie gingen: 1) zu II und etwas zu Extensor hallucis, 2) zu II und III, 3) zu III und IV, 4) zu IV. Ich habe nicht wie Windle und Parsons eine Sehne für V gesehen.

[2]) Ich habe an meinem Exemplare nicht den von Frets (1908) beschriebenen schwachen Extensor brevis für die äusserste Zehe gefunden, ebensowenig den rudimentären Muskel für die innerste Zehe.

3 Extensores breves vom verlängerten Calcaneus; sie gehen zu den Zehen I—III. Der letzte, der auch eine schwächere Sehne zu der Zehe IV sendet, nimmt einen kleinen Muskelteil auf, der von Cuboideum entspringt.

Bei *Hapale* inseriert Peroneus longus an Metatarsale I und mittels einer schwächeren Sehne an Metatarsale V. Wir finden hier nur einen Extensor lateralis. Er entspringt von dem zweiten und dritten $^1/_6$ der Fibula. Seine Sehne liegt unter der Sehne des Peroneus brevis; am Fussrücken angelangt, teilt sie sich in 2 Sehnen, die zu den Zehen IV und V gehen. Es ist schwer, die eigentümliche Lage der Sehne zu verstehen, sowie das Faktum, dass eine zuerst einfache Sehne 2 Zehen versorgt. Die einzige Erklärung, die ich mir jetzt denken kann, ist, dass der Muskel ursprünglich ein Extensor lateralis IV war — dafür spricht die Lage der Sehne sowie die relativ distale Ursprungsstelle — der auch in Beziehungen zur Zehe V trat; den Extensor lateralis V müssen wir uns also als verschwunden denken.

Bei *Ateles* finden wir einen ganz ähnlichen Muskel; die Sehne für IV hat sich hier mit dem Extensor brevis für diese Zehe verbunden.

Bei *Cebus* findet man von den Extensores laterales nur einen schwachen Muskel, der von einem Stücke im distalen $^1/_3$ der Fibula entspringt, um zur Zehe V zu gehen; seine Sehne hat dieselbe Lage wie die Sehne des bei *Hapale* und *Ateles* beschriebenen Muskels. Es scheint mir das wahrscheinlichste, dass dieser derselbe Muskel ist, der distalwärts gewandert ist und dessen Sehne für IV verschwunden ist. Ich gebe gern zu, dass meine Deutung des eigentümlichen Verhaltens dieses Muskels etwas künstlich ist, aber das Verhalten ist sehr schwerverständlich.

Bei den von mir untersuchten Catarrhinen fand ich überall einen normalen, aber schwachen Extensor lateralis V, dessen Sehne dieselbe Lage hatte wie im allgemeinen bei den Monodelphia.

Bei einem Exemplare von *Macacus* habe ich an beiden Füssen einen eigentümlichen Muskel gefunden, der nach meiner Meinung in gewissem Grade Licht auf die ähnlichen Bildungen beim Menschen wirft. Neben dem normalen Extensor lateralis V, existierte nämlich ein kleiner Muskel, der von der, den Peroneus brevis umgebenden Fascie entsprang. Seine Sehne lag — wie die Sehne eines normalen Extensor lateralis IV — unter der Sehne des Peroneus brevis für die Zehe IV. Ich halte diesen Muskel, den ich nie in der Literatur erwähnt gefunden habe, für den letzten Rest eines Extensor lateralis IV, der sonst unter den Catarrhinen verschwunden ist.

Ich glaube, dass die zuweilen beim Menschen vorkommende Sehnenverlängerung des Peroneus brevis ein Rest des Extensor lateralis V ist. Dieser Muskel liegt nämlich eng an den Peroneus brevis gedrückt und seine Sehne endigt in derselben Weise wie die Sehnenverlängerung der Peroneus brevis-Sehne. Wenn also der Muskelbauch des Extensor lateralis V verkümmerte oder mit dem Muskelbauche des Peroneus brevis verschmölze und noch ein Rest der Sehne bestünde, würde er sich vollständig in dieser Weise verhalten. Diese Sehnenverlängerung hat man mit dem Namen Peroneus parvus bezeichnet. Ein kleiner Muskel, der zuweilen vorkommt, und den ich als eine andere Bildung auffasse, trägt auch den Namen Peroneus

parvus. Ich habe ihn bei einem Embryo sehr wohl ausgebildet gefunden. Er entsprang hier an beiden Seiten, an der Aussenseite des Peroneus brevis, von dem fünften und sechsten $^1/_7$ der Fibula. Seine Sehne lag unter der Sehne des Peroneus brevis. Links inserierte er an Calcaneus, rechts an Metatarsale V. Er verhielt sich also fast wie der eigentümliche Muskel bei *Macacus*. Ich muss also den kleinen Muskel unbedingt für den Extensor lateralis IV halten. Ein genaues Studium dieser Bildungen wäre im hohen Grade erwünscht.

Bei den Anthropoiden werden auch ausgebildete Extensores laterales vermisst; Reste davon scheinen jedoch oft vorzukommen (Sommer 1906).

Unter den von mir untersuchten Affen inserierte der Peroneus longus an Metatarsale I und mittels eines Sehnenstreifens an Metatarsale V[1]); diese Sehne ist aber nirgends so kräftig wie bei *Hapale*.

Huxley (1864, I, p. 596) hat bei einem Orang auch eine Insertion an Metatarsale V gesehen. Fick (1895) hat auch bei einem Orang dasselbe gesehen.

Bei den von mir untersuchten Affen fand ich wie gewöhnlich Extensores breves für die Zehen I—IV[2]).

Strecknerven.

Urodela.

Fig. 32, 33.

Wie am Arme kommt bei *Siredon-Amblystoma* der Hauptnerv der Streckseite von der Beugeseite. Er[3]) geht von dem N. interosseus aus und steigt zwischen Tibia und Fibula zur Streckmuskulatur hinauf. Hier teilt er sich in 2 oder 3 Zweige. Ein vom Oberschenkel kommender, schwacher Nerv, N. peroneus, dringt von der Fibularseite unter den Extensor cruris et tarsi fibularis ein, innerviert diesen Muskel und vereinigt sich mit dem oben erwähnten Nerven vor der Teilungsstelle oder mit dem am meisten fibular liegenden seiner Zweige. Diese Zweige innervieren die Streckmuskulatur in der Weise wie Fig. 32 zeigt. Bei *Menopoma* findet man auch den von der Beugeseite aufsteigenden Strecknerven, sowie den N. peroneus, ebenso bei *Triton*. Nach Osawa bekommt der Strecknerv bei *Cryptobranchus* in ähnlicher Weise eine Verstärkung von dem tieferen Nerven der Beugeseite. N. peroneus ist bei *Menopoma* und *Cryptobranchus* kräftiger als bei *Siredon*.

---

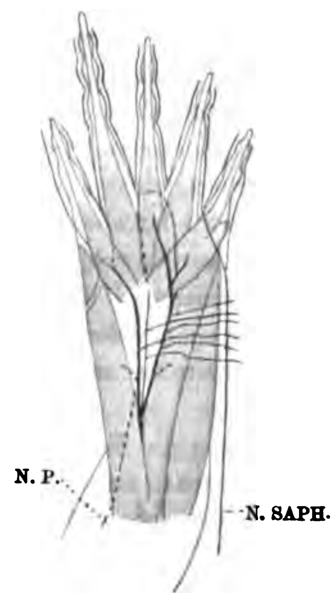
[1]) Oft erscheint dieser Sehnenstreifen nur als eine Verdickung der Sehnenscheide; bei einigen Formen z. B. *Cynocephalus* ist er doch zu kräftig um als ein solcher aufgefasst zu werden. Darum müssen wir ihn auch bei den anderen als den letzten Rest einer Insertionssehne auffassen

[2]) Am linken Fusse meines Exemplares von *Cynocephalus* hatte sich ein Teil des Extensor brevis I abgespalten und inserierte an der Sehnenscheide des Extensor hallucis longus.

[3]) Hoffmann's N. cruralis inferior anterior. Osawa's R. communicans. Humphry's Anterior tibial.

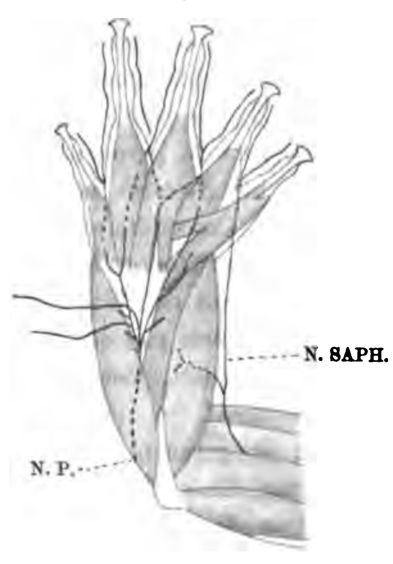
Bei *Necturus* existiert der von der Beugeseite kommende Nerv nicht, sondern N. peroneus[1]) ist kräftig und innerviert sämtliche Streckmuskeln.

Fig. 32.



Siredon. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Fig. 33.



Salamandra. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Bei *Salamandra* findet man in der Hauptsache dasselbe Verhalten. Nur ist hier ein dem Nervus saphenus der Säugetiere entsprechender Nerv (siehe Fig. 33), der bei den anderen nur ein Hautnerv war, motorischer Art und innerviert den Extensor cruris tibialis. N. peroneus dringt, wie bei den anderen, in die Streckmuskulatur des Unterschenkels ein. Seine Weise sich zu den Muskeln zu verteilen, variiert vielfach; das allgemeinste scheint mir zu sein, dass er sich in 2 Zweige teilt. Der fibulare dieser Zweige innerviert den Extensor digitorum communis, den Extensor cruris et tarsi fibularis und die Extensores breves der Zehen IV und V. Der tibiale innerviert den Extensor digitorum communis und den Extensor brevis III; er gibt einen Nebenzweig[2]) ab, der den Extensor tarsi tibialis und die Extensores breves für die Zehen I und II innerviert und später mit dem Hauptzweige verschmilzt. Beide Hauptzweige anastomosieren am Fussrücken.

Dieses eigentümliche Verhalten bei *Salamandra*, sowie das Verhalten der Monotremen berechtigt uns wohl anzunehmen, dass die Streckseite des Unterschenkels ursprünglich durch 2 Nerven, einen tibialen und einen fibularen, innerviert war, in derselben Weise wie die Streckseite des Vorderarms[3]). Allerdings macht

---

[1]) Hoffmann's N. fibularis, Osawa's N. peroneus profundus, Humphry's N. peroneus.

[2]) Dieser Zweig kann auch vom ungeteilten Nerven ausgehen.

[3]) Siehe Ribbing 1908

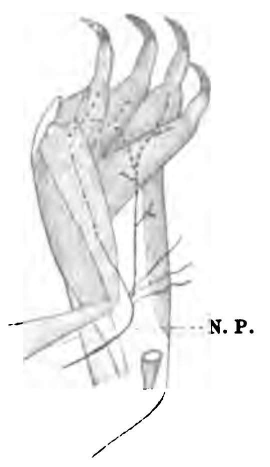
der bei einigen existierende, von der Beugeseite aufsteigende Nerv diese Frage bedeutend komplizierter. In derselben Weise wie am Vorderarm der radiale Nerv, N. radialis profundus, allmählich die Zweige des fibularen Nerven übernahm, um zuletzt allein die Streckmuskulatur zu innervieren, hat wohl hier der N. peroneus in einem sehr frühen Stadium die Zweige des N. saphenus übernommen. Von den beiden Hauptteilen des gewöhnlichen N. peroneus ist wohl darum der fibulare der Endstamm des primitiven N. peroneus, der tibiale dagegen der Endstamm eines primitiven N. saphenus, der vom N. peroneus übernommen worden ist. Den sekundären N. peroneus, der wie bei *Necturus* sämtliche Streckmuskeln innerviert, werden wir bei den Anura, Chelonia, Crocodilia und mehreren Sauriern finden, sowie bei allen Säugetieren mit Ausnahme der Monotremata. Bei mehreren Sauriern werden wir Verhältnisse finden, die mehr mit den Verhältnissen von *Siredon, Menopoma* und *Cryptobranchus* übereinstimmen, sowie mit den Innervationsverhältnissen der entsprechenden Muskeln am Arme der Saurier. Bei den Monotremen sind die Verhältnisse noch primitiver als bei *Salamandra*.

Da wir ja gesehen haben, dass in einigen Beziehungen die Entwicklung der Muskulatur des Unterschenkels der des Vorderarms vorauseilt, ist es ja nicht so sonderbar, dass der Prozess der Nervenkonkurrenz am Unterschenkel früher zu Ende geführt wird.

Anura.

Wir finden hier dieselbe Innervationsweise der Streckmuskeln wie bei *Necturus*. Der bei den Beugenerven erwähnte, von dem Beugenerven des Oberschenkels kommende N. peroneus dringt von der fibularen Seite unter den Extensor tarsi fibularis in die Streckmuskulatur des Unterschenkels ein. Er sendet Zweige zu diesem Muskel, sowie zu dem Extensor digitorum communis und dem Extensor cruris tibialis und teilt sich bald in 2 Zweige. Der tibiale dieser Zweige dringt von der tibialen Seite unter den proximalen selbständigen Teil des Extensor brevis I ein, innerviert ihn und dringt unter den zweiten selbständigen Teil des Extensor brevis I ein. An der Fibularseite dieses Muskels angelangt, verschmilzt er mit dem anderen Zweig, der über den erwähnten Muskeln liegt. Der so gebildete gemeinsame Nerv versorgt die Extensores breves.

Fig. 34.



Emys. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Chelonia.

Fig. 34.

Wir finden bei *Emys* dieselbe Innervationsart wie bei *Necturus* und den Anuren. Der N. peroneus liegt aber hier nicht unter dem Extensor tarsi fibularis, sondern

dringt von der fibularen Seite direkt unter den Extensor digitorum communis ein. Er sendet dem Extensor digitorum communis ein paar Zweige und teilt sich in zwei Hauptzweige. Der tibale dieser Hauptzweige sendet weiter distal dem Extensor tarsi tibialis einen Zweig und dringt zuletzt unter die oberflächliche Lage der Extensores breves ein, um sich zu den kurzen Zehenstreckern zu verteilen. Der fibulare Hauptzweig tritt in den Extensor tarsi fibularis ein, durchzieht diesen Muskel und dringt unter die Extensores breves ein, wo er mit dem Hauptnerven anastomosiert.

Sauria.

Fig. 35, 36.

Bei *Varanus*, *Lacerta* und *Iguana* werden die Extensoren des Unterschenkels in derselben Weise wie bei den Cheloniern innerviert. Der N. peroneus geht hier zuerst über dem Extensor tarsi fibularis, um von der fibularen Seite unter den Extensor digitorum communis einzudringen. Zuerst hat er einen Hautzweig an die Dorsalseite des Unterschenkels abgegeben. Er teilt sich entweder sogleich oder im distalen Teile der Extremität *(Lacerta)* wie bei den Cheloniern in 2 Nerven, die, unter dem Extensor digitorum communis liegend, zu den Extensores breves gehen. Von dem fibularen dieser Nerven oder vom ungeteilten Stamm entspringt ein Zweig, der zu dem Extensor tarsi fibularis geht; wo dieser Muskel in zwei Teile gespalten ist, durchbricht der Zweig den inneren Teil um in dem äusseren Teil zu endigen. Von dem fibularen Nerven oder vom ungeteilten Stamm entspringt ein Nervenzweig, der zu dem Extensor digitorum communis geht. Vom tibialen Nerven oder vom ungeteilten Stamm entspringt ein Zweig, der hauptsächlich zu dem Extensor tarsi tibialis geht, aber auch einen Hautzweig abgibt.

Am Tarsus angelangt, dringt der tibiale Nerv unter den grossen Muskel für I *(Varanus)* oder die beiden von Fibulare kommenden Muskeln für I und II *(Iguana, Lacerta)* ein und teilt sich in drei Zweige, die die Extensores breves der Zehen I—III, sowie teilweise die für IV innerviert.

Der fibulare Nerv, der relativ schwächer als der tibiale ist, liegt über dem grossen Muskel für I (oder den von Fibulare kommenden Muskeln für I und II), innerviert die Muskulatur der Zehe V und den zur Basis des Metatarsale IV gehenden Muskel und sendet einen Zweig unter den grossen Extensor brevis superficialis für IV; dieser Zweig vereinigt sich hier mit einem Zweig des tibialen Nerven zu einem gemeinsamen Zweig, der die Extensores breves der Zehe IV innerviert [1]).

Bei *Tupinambis* und *Ameiva* (*Tejus* [2]) verhält sich in derselber Weise) werden die Extensoren des Unterschenkels nicht von dem N. peroneus innerviert, sondern die Innervation geschieht in einer Weise, der ähnlich, die wir bei *Siredon*, *Menopoma* und *Cryptobranchus* finden, und die im ganzen mit der Innervationsweise der

[1]) Diese Vereinigung der Nervenzweige ist leider an der Figur 35 nicht ersichtlich.

[2]) Ich habe die Innervation der Streckmuskeln des Unterschenkels an mehreren Sauriern untersucht.

entsprechenden Muskeln am Vorderarme übereinstimmt. Proximal vom distalen Teil des Pronator profundus, steigt ein, von dem N. interosseus der Beugeseite kommender Nerv zwischen Tibia und Fibula zu der Streckmuskulatur des Unterschenkels hinauf. Im proximalen Teile (*Tupinambis*) oder in der Mitte (*Ameiva*) des Unterschenkels teilt er sich in 2 Nerven, die sich wie die beiden Hauptteile des sekundären N. peroneus verhalten. Doch habe ich an der Zehe IV keine Anatomose

Fig. 35.



Lacerta. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Fig. 36.



Tupinambis. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

der beiden Nerven gefunden; der fibulare Nerv dringt hier nicht von der fibularen Seite unter den grossen Extensor brevis superficiales für IV ein, sondern tritt direkt in den Muskelbauch ein. Die anderen Extensores breves für IV werden hier von einem Zweig des tibialen Nerven innerviert.

Von dem N. peroneus existiert nur der Hautnerv für die Dorsalseite des Unterschenkels, der hier an der Stelle des N. peroneus von dem Oberschenkelnerven abgegeben wird.

Unter den anderen Sauriern finden wir beide Innervationstypen. Im allgemeinen habe ich in derselben Familie nur den einen der Typen gefunden; doch habe ich unter den Iguaniden beide Typen gefunden. Es scheint mir dennoch wahr-

scheinlich, dass diesem Verhalten ein systematischer Wert zukommt, da ein so grosser Unterschied bei einander nahestehenden Gattungen wohl kaum vorkommt.

Den ersten Typus, wo ein N. peroneus die Streckmuskeln des Unterschenkels innerviert, fand ich bei *Gecko, Zonurus, Eumeces, Mabuia,* sowie bei dem Iguaniden *Liocephalus.* Den zweiten Typus, wo der Strecknerv, von der Beugeseite kommend, zwischen Tibia und Fibula hinaufsteigt, fand ich bei *Uromastix, Draco, Calotes,* sowie bei den Iguaniden *Anolis* und *Scleropus.* Bei *Zonosaurus madagascariensis* fand ich ein Zwischenstadium, da hier sowohl N. peroneus, als der von der Beugeseite aufsteigende Nerv existiert; sie verschmelzen miteinander im distalen Teil des Spatium interosseums; bei *Phrynosoma* erhält N. peroneus eine Verstärkung von der Beugeseite.

Crocodilia.

Fig. 37.

Der im Oberschenkel den Beugenerven entlang ziehende N. peroneus dringt im proximalsten Teile des Unterschenkels, proximal vom Ursprung des Extensor tarsi fibularis unter den Extensor digitorum communis ein. Etwas früher hat er den fibularen Hauptnerv abgegeben, der den Extensor digitorum communis entlang zieht, um am Tarsus unter ihn einzudringen; hier sendet er Zweige zu den Extensores breves für IV und etwas zu den für III, dringt von der fibularen Seite unter die Extensores breves superficiales I—III ein, um sich mit dem tibialen Hauptnerven zu vereinigen. Während seines Verlaufes hat er mehrere Zweige abgegeben, die beide Teile des Extensor tarsi fibularis innervieren.

Der tibiale Hauptnerv liegt unter dem Extensor digitorum communis, ihn und den Extensor tarsi tibialis innervierend, dringt unter den proximalen Extensor brevis superficialis digiti I ein, ihn innervierend, sendet Zweige zu den Extensores breves der Zehen I—III und nimmt den oben beschriebenen Nerven auf.

Fig. 37.



Crocodilus. Streckseite. Extensor digitorum communis ist entfernt.

Säugetiere.

Bei den Monotremen, die ja, was die Extremitätenmuskulatur betrifft, sich als sehr ursprüngliche Formen gezeigt haben, finden wir das allerursprünglichste Verhalten der Innervation der Zehenstrecker, da sich ja der tibiale Nerv (N. saphenus) noch besser als bei *Salamandra* erhalten hat. Bei *Ornithorhynchus* versorgt ja dieser Nerv, wie Ruge (1878) nachgewiesen hat, den Tibialis anticus, sowie teilweise den

Extensor hallucis longus. Bei *Echidna* (WESTLING 1889) versorgt er diese beiden Muskeln, sowie auch den Extensor indicis[1]).

Nach meiner Auffassung war das ursprüngliche Verhalten so, dass sowohl dieser Nerv als der ursprüngliche fibulare Nerv zu den Extensores breves hinabreichten und diese Muskellage innervierten. Ein solches Verhalten kann ja aber nicht bei den Monotremen angetroffen werden, weil bei ihnen die Extensores breves verschwunden sind.

Bei *Ornithorhynchus* sendet der fibulare Nerv — der also hier der primitive N. peroneus ist, — über dem Extensor hallucis eine Anastomose zu dem tibialen Nerven (N. saphenus). Ich glaube, dass der primitive fibulare Nerv der Monotremen durch diese Anastomose den die Unterschenkelmuskulatur versorgenden Teil des tibialen Nerven zu sich gezogen hat, der also die Verbindung mit dem zu einem Hautnerven gewordenen N. saphenus aufgegeben hat. [Ähnliche Vorgänge haben wir ja oft gesehen: dieselbe Verwandlung geschieht ja in dem Verhalten zwischen dem N. fibularis internus und dem N. fibularis externus (N. suralis) bei dem Übergang von den Catarrhinen zu dem Menschen.] Darum wird es uns erst verständlich, warum der N. peroneus profundus an seinem Wege den sonderbaren Umweg um dem Extensor hallucis herum nehmen muss. Da ja der Extensor hallucis ursprünglich ein Teil des Extensor communis ist, würden wir sonst das eigentümliche Verhalten bekommen, dass ein Nerv *unter* einem Teil eines Muskels und *über* einem anderen Teil desselben Muskels läge. Dass der Peroneus profundus bei den anderen Säugetieren auch die Extensores breves innerviert, ist ja ganz natürlich, da ja aller Wahrscheinlichkeit nach der N. saphenus bei den Vorfahren der jetztigen Monotremen, wo die Extensores breves erhalten waren, auch einen Teil dieser Muskellage innervierte. Der N. peroneus profundus der über den Monotremata stehenden Säugetiere würde also aus folgenden Teilen zusammengesetzt sein: 1) aus der Anastomose zwischen dem primitiven fibularen Nerven und dem N. saphenus, 2) aus dem motorischen Teil des N. saphenus. Da der ganze Extensor communis von dem N. peroneus profundus innerviert wird, hatte also N. saphenus ursprünglich ein grösseres Gebiet — sein Verhalten bei *Echidna* deutet ja darauf — oder es sind später Zweige vom primitiven fibularen Nerven auf ihn übergewandert.

Ein ähnlicher Vorgang hatte sich ja auch unter den Urodelen abgespielt (allerdings in etwas verschiedener Weise, weil sich hier kein Extensor hallucis abgespalten hat). Die Vorfahren der Säugetiere müssen aber lange das altertümliche Verhalten der Innervation der Unterschenkelstrecker behalten haben, da die Monotremen doch einen so bedeutenden Rest davon aufweisen.

Den primitiven fibularen Nerven der Monotremata finden wir in den N. peroneus superficialis wieder. Dass er auch ursprünglich zu den Extensores breves ging, zeigt das Verhalten bei *Felis leo*, *Meles*, *Felis domestica* (RUGE), *Mustela*, *Myrmecophaga tamandua*, *Orycteropus*, *Bradypus*, *Erinaceus* und *Hystrix* (FRETS), wo der N. peroneus

[1]) Ich habe bei meinen Zergliederungen dieselben Resultate wie diese Verfasser gefunden.

superficialis an der Innervation der Extensores breves teilnimmt[1]. Dass wir dieses altertümliche Verhalten nicht bei den Marsupialiern antreffen, ist ja natürlich, weil die Extensores breves bei ihnen mehr oder weniger rudimentiert sind und die Rudimentierung von der fibularen Seite aus anfängt.

[1]) Leider ist es mir nicht möglich gewesen, dieses Verhalten näher zu untersuchen.

An pag. 60 habe ich leider nicht angegeben, dass nach Winge (1893 a. pag. 47) *Artobius* und *Taphozous* einen relativ kräftigen Popliteus besitzen.

Zusammenfassung.

Wie die Urodelen zeigen, verhalten sich Vorderarm und Unterschenkel, was die Muskulatur und Innervation betrifft, ursprünglich in fast derselben Weise; mit der höheren Differentiierung werden sie einander mehr und mehr unähnlich. Versuchen wir jetzt die phylogenetische Entwicklung der verschiedenen Muskeln zu verfolgen, so haben wir zuerst die gemeinsame Beugemasse des Armes, aus Flexor primordialis communis und den beiden Flexores accessorii bestehend; von der Sehne jenes Muskels entspringen die Flexores breves superficiales. Bei den Anuren stellt *Discoglossus* einen Übergangstypus dar zwischen *Rana* und den Urodelen. Bei *Rana* hat sich der Muskelbauch des Flexor primordialis communis in 2 Teile gespalten und seine Handsehne ist sehr kräftig am Carpus fixiert. Die Flexores breves superficiales haben sich gespalten und reich entwickelt. Nur ein schwacher Flexor accessorius existiert. Bei den Cheloniern findet man dagegen primitive Verhältnisse, die im ganzen mit denen der Urodelen übereinstimmen; doch existiert nur *ein* Flexor accessorius, der aber sehr kräftig ist. Die Flexores breves superficiales sind auf der Beugesehne proximalwärts gewandert. Bei einigen Sauriern (*Varanus, Tejidae*) hat sich ein Teil der gemeinsamen Beugemasse mit einer oberflächlichen Lage von Flexores breves superficialis zu einem oberflächlichen Flexor perforatus-ähnlichen Beuger entwickelt. Bei den übrigen Sauriern bleibt jedoch dieses Verhalten nicht bestehen, sondern der lange Teil dieses oberflächlichen Beugers verschmilzt mit dem Flexor carpi ulnaris und die Abkömmlinge der Flexores breves superficiales bilden eine selbständige Lage von kurzen Flexores perforati, die von einem zwischen Accessorium und Radiale ausgespannten Sehnenband entspringen. [Die perforierten Beugesehnen sind, am Arme wie am Beine, durch die Verschmelzung zweier Muskeln entstanden; dies zeigt uns unbedingt die Entwicklungsreihe: Urodelen — Chelonier — Saurier: (bei den Säugetieren hat die Perforation natürlich dieselbe Ursache wie bei den Sauriern.) Der Versuch Erna Glaesmers (1908) dieses Phänomen zu deuten scheint mir nicht glücklich.] Der übrige Teil des Flexor primordialis communis ist, mit Ausnahme von *Zonurus* und *Ameiva*, in zwei Teile gespalten. Der Flexor accessorius besteht aus zwei Teilen, die von der Ulna entspringen (vielleicht beiden Muskeln der Urodelen entsprechend)

und einem der vom Carpus entspringt (hat sich wohl von einem der anderen emanzipiert). Der Rest der Flexores breves superficiales, die noch von der Beugesehne entspringen, haben sich in drei Lagen gespalten, von denen eine mit den Flexores breves perforati zusammenhängt. Bei den Crocodiliern ist der Flexor primordialis communis schwach, aber der einheitliche Flexor accessorius sehr kräftig. Auch hier finden wir kurze, vom Carpus entspringende Flexores perforati, für welche wir natürlich dieselbe Entwickelung wie bei den Sauriern voraussetzen müssen. Von den übrigen drei Flexores breves superficiales-Lagen existiert hier nur die tiefste. Bei den Monotremen finden wir fast dieselben Verhältnisse wie bei den Urodelen: einen kräftigen Flexor primordialis communis, sowie zwei Flexores accessorii, die von der Ulna entspringen. Nur findet man hier noch einen Muskelteil, der, unter dem Flexor primordialis communis liegend, von Epicondylus entspringt und dessen Sehne zur gemeinsamen Handsehne geht. Die Flexores breves superficiales (die bei *Echidna* zum grössten Teile rudimentär sind) bestehen bei *Ornithorhynchus* aus den Lumbricales, sowie aus einer Lage, die, wie bei den Urodelen, von den Handsehne zu den Fingern zieht; nur ist diese Lage, wie bei den Cheloniern, proximalwärts gewandert. Unter den Marsupialiern legen die Sehnen dieser Muskellage den ersten Grund für den Flexor digitorum sublimis dessen Muskelbauch sich aus dem Flexor primordialis communis abspaltet. Bei den Marsupialiern ist er nur noch schwach entwickelt. Wo bei den Säugetieren ein Flexor brevis manus oder Reste desselben vorkommen (er muss ja aus den Flexores breves superficiales stammen) sieht man deutlich die Beziehungen dieses Muskels zu dem Flexor digitorum sublimis. Wahrscheinlich entwickelt sich auch der Palmaris longus im Zusammenhange mit ein paar Muskeln dieser Lage; sein Muskelbauch stammt wohl auch vom Flexor primordialis communis. Aus der oberflächlichen Lage der Flexores breves superficiales stammen wohl auch mehrere Muskeln des Daumens und Kleinfingers. Bei den höheren Säugetieren verlegt der radiale Flexor accessorius seinen Ursprung zu Radius.

Gehen wir jetzt zur entsprechenden Beugemasse des Unterschenkels über, die bei den Urodelen aus denselben Teilen [1]) besteht wie die Beugemasse des Vorderarms. Bei den Anuren verhält sich der Bauch des Flexor primordialis communis nicht wie am Arme, sondern ist einfach; seine Sehne ist durch Bindegewebe fixiert, aber nicht so fest wie an der Hand. Die Flexores breves superficiales haben sich auch hier reich entwickelt und gespalten. Der Flexor accessorius besteht aus 3 Teilen, 2 die vom Distalende des Unterschenkels und einer, der vom Tarsus entspringt. Einer von diesen Teilen hat den fibularen Teil der Beugesehne fast vom übrigen Teil getrennt. Bei den Cheloniern ist der Unterschenkel höher entwickelt als der Vorderarm, da sich hier zwei Gastrocnemii aus dem Flexor primordialis communis emanzipiert haben, der äussere jedoch nicht vollständig. Die Flexores breves superficiales sind an der Beugesehne etwas proximalwärts gewandert. Der Hauptteil des Flexor primordialis communis und der Flexor accessorius medialis

[1]) Nur lässt sich meistens der Flexor accessorius lateralis nicht von dem Flexor primordialis communis trennen.

bilden zusammen einen kräftigen Flexor profundus. Bei den Sauriern finden wir auch die beiden Gastrocnemii. Hier hat sich aber der äussere Gastrocnemius vollständiger emanzipiert: wie am Arme, hat sich nämlich dieser Teil des Flexor primordialis communis mit der oberflächlichsten Lage der Flexores breves superficiales zusammen zu einem Flexor perforatus-ähnlichen Muskel entwickelt. Hier spielt sich derselbe Entwicklungsprozess ab, wie am Arme, da die Flexores breves superficiales-Teile des Muskels teilweise ihren Ursprung zum Tarsus verlegt haben. Der Prozess scheint hier an einem Stadium stehen geblieben zu sein, das in der Mitte zwischen dem Stadium am Arme des *Varanus* mit den Tejidae und dem am Arme der übrigen Sauriern liegt. Die übrigen Flexores breves superficiales haben sich wie am Arme in 3 (meistens nur 2) Lagen gespalten, von denen die eine noch mit dem Flexor perforatus in Verbindung steht. Meistenteils emanzipiert sich der distale oberflächliche Teil des äusseren Gastrocnemius und geht in eine sehnenartige Fascie aus, die mit dem Flexor perforatus in Verbindung tritt. Zwei kleine Flexor accessorius-Teile entspringen von Tarsus. Bei den Crocodilia sind die Verhältnisse im ganzen dieselben wie bei den Sauriern. Doch hat sich hier ein Teil des Flexor perforatus-Bauches emanzipiert und hängt mit dem M. ambiens zusammen. Bei den Monotremen finden wir Verhältnisse, die ziemlich gut mit denen der Chelonier übereinstimmen. Beide Gastrocnemii existieren, aber Plantaris und Soleus haben sich noch nicht gebildet. Die Flexores breves superficiales entspringen noch von der Beugesehne. (Bei *Echidna* ist diese Lage rudimentär.) Ein kleiner tarsaler Flexor accessorius-Teil wird gefunden. Bei den Beuteltieren finden wir eine selbständige Entwicklungsrichtung, die im hohen Grade mit der Entwicklung der Armmuskulatur dieser Tiergruppe übereinstimmt. Aus dem Gastrocnemius fängt ein Plantaris an sich zu entwickeln, wie der Palmaris am Arme im Zusammenhang mit den randstehenden Flexores breves superficiales, Die mittleren Flexores breves superficiales haben hier wie am Arme den Anfang zu einem Flexor sublimis gegeben; diese Bildung wird aber nicht bei den höheren Säugern gefunden. Bei einigen finden wir den ersten schwachen Anfang zu einem Soleus, der sich auch aus dem äusseren Gastrocnemius emanzipiert hat. Bei einigen wird der tarsale Flexor accessorius-Teil gefunden. Bei den höheren Säugetieren finden wir sowohl einen Soleus als einen Plantaris, welche beide aus dem äusseren Gastrocnemius stammen. Plantaris bildet eine Art von unvollkommenem Flexor perforatus, da bei vielen Säugetieren die oberflächliche Lage der Flexores breves superficiales von ihm entspringt; diese Muskeln zeigen jedoch eine Tendenz, ihren Ursprung zu Calcaneus zu verlegen. Oft findet man auch kleine Flexores breves, die von der Beugesehne (ihrer ursprünglichen Ausgangsstelle) zu den oberflächlichsten Flexores breves gehen.

Der tarsale Flexor accessorius-Teil (Quadratus plantae) wird fast immer gefunden. Den Hauptteil des ursprünglichen Flexor primordialis communis und den Flexor accessorius medialis repräsentiert der Flexor fibularis; seine Verschmelzung mit dem Flexor tibialis, der ein Teil des primitiven Pronators ist, ist eine sekundäre

Erscheinung. Die unterste Lage der Flexores breves superficiales sind die Lumbricales.

Der Flexor antebrachii et carpi radialis der Urodelen besteht bei den Anuren aus 4 oder 5 Teilen, bei den Cheloniern existiert nur ein Flexor carpi radialis, bei den Crocodiliern nur ein Flexor antebrachii radialis, bei den Sauriern ist er in einen Flexor antebrachii und einen Flexor carpi radialis gespalten. Bei den Säugetieren findet man diese beiden Teile als den Pronator teres und den Flexor carpi radialis wieder.

Von dem Flexor antebrachii und Flexor carpi ulnaris der Urodelen findet man bei den Anuren nur jenen und bei den Crocodiliern nur diesen wieder. Bei den Cheloniern und Sauriern findet man beide. Bei den Säugetieren findet man ja den Flexor carpi ulnaris, sowie wahrscheinlich in dem Epitrochleo-anconaeus einen Rest des Flexor antebrachii ulnaris.

Es giebt am Unterschenkel der Urodelen keinen Muskel, der auch nur teilweise dem Flexor antebrachii und carpi radialis entspräche; ebenso entspricht kein Muskel dem Flexor antebrachii ulnaris oder dem Flexor carpi ulnaris. Das wahrscheinlichste ist wohl, dass solche Muskeln am Beine niemals existiert haben; sicher ist, dass wir auch bei den über den Urodelen stehenden Tieren keine Spur von diesen Muskeln finden. Dies ist der Grund, warum die Versuche, die Beugemuskulatur des Vorderarms und des Unterschenkels der Säugetiere zu vergleichen, so schlecht ausgefallen sind. Immer hat man nach »Homologa» des Pronator teres, sowie des Flexor carpi radialis und des Flexor carpi ulnaris gesucht, ebenso hat man nicht Muskelgruppen, sondern einzelne Muskeln mit einander verglichen, was vollständig verfehlt ist. Die einzige richtige Methode ist, mit dem Stadium (Urodelen) anzufangen, wo die grösste Übereinstimmung zwischen der Muskulatur der vorderen und der hinteren Extremität herrscht und nachher, von diesem Stadium ausgehend, die Phylogenie der Extremitätenmuskulatur zu bestimmen. Man kommt dann zu Resultaten, die einem gar nicht zugänglich gewesen wären, wenn man in unvorsichtiger Weise diese Vergleichungen bei einem höheren Säugetier, wie z. B. beim Menschen, gemacht hätte, ohne sich um die phylogenetische Vorgeschichte dieser Muskulatur zu kümmern.

Ein langer Muskel, der am Arme der Urodelen von der Ulna entspringt und, dorsal von Flexor primordialis communis und zwischen den Flexores accessorii liegend, sich mit dem Contrahentes digitorum vereinigt, wird bei den Anuren durch ein paar mehr oder weniger schwache Reste repräsentiert. Sonst ist er überall verschwunden, wenn nicht einer der Köpfe des Flexor profundus der Säugetiere ihn repräsentiert. Am Beine der Urodelen findet man denselben Muskel wieder; am Beine aller anderen Tetrapoden wird er vermisst.

Der Pronator profundus am Arme, von dem sich oft ein selbständiger Interosseus emanzipiert hat, ist bei den Urodelen, Cheloniern und Sauriern kräftig, bei den beiden letzteren Gruppen in zwei Muskeln gespalten, von denen der eine seinen Ursprung zu Humerus verlegt hat. Bei dem Crocodiliern ist er etwas schwächer, bei den Anuren sehr schwach. Bei den Säugetieren wird er von dem meistens sehr schwachen Pronatus quadratus repräsentiert.

Der kräftige Pronator profundus am Unterschenkel der Urodelen hat sich bei den Anuren in 3 Teile gespalten (durch die Verlängerung des Tarsus verursacht). Bei den Cheloniern, Crocodiliern und Sauriern ist er kräftig, bei den beiden ersten Gruppen unvollständig, bei fast allen Sauriern vollständig in 2 Teile gespalten. Im Gegensatze zu seiner kümmerlichen Ausbildung am Arme hat er am Unterschenkel der Säugetiere eine grosse Bedeutung erlangt: aus ihm entwickeln sich nämlich der Tibialis posticus, und der Flexor tibialis; aus dem Interosseus entwickelt sich der Popliteus, der erst bei den Monodelphia seinen Ursprung zu Femur verlegt hat. Die Zugehörigkeit des Flexor tibialis zu dieser Muskelgruppe ist bei den Monotremen noch deutlich. Erst bei einigen Marsupialiern tritt er in Verbindung mit dem Flexor fibularis. Wo bei höher stehenden Säugetieren die Sehnen dieser beiden Muskeln nicht zusammenhängen, ist wohl zuweilen die Trennung sekundär, wie bei einigen Nagetieren.

Die Contrahentes digitorum, die ja bei den Urodelen in Verbindung mit einem langen Beuger standen, sind, wo sie bei den anderen Tetrapoden vorkommen, ganz selbständige Muskeln. Ob sie am Arme der Saurier und Crocodilier vorkommen, ist nicht sicher. Bei den Cheloniern finden wir sie für alle Finger, oder sind die radialen verschwunden. Bei den Anuren finden wir 2—4 Stück; bei den Säugetieren finden wir sie als die Adductoren (sowie als den tiefen Kopf des Flexor pollicis brevis) wieder. Dieselben Muskeln am Fusse der Urodelen sind bei den Anuren 1—4 Stück, bei den Cheloniern ist diese Lage schwach ausgebildet; bei den Sauriern findet man 5 relativ kräftige Contrahentes, bei den Crocodiliern nur 3. Sie werden bei den Säugetieren als Adductoren gefunden.

Die Flexores breves profundi der Urodelen findet man überall wieder, auch bei den Säugetieren (Interossei volares), obgleich oft reduziert. Dieselben Muskeln am Fusse sind auch überall vorhanden (Flexor hallucis brevis, Interossei plantares, Flexor digiti V brevis).

Die Interossei an der Hand findet man auch überall wieder (bei den Säugern als Interossei dorsales). Am Fusse wird dasselbe Verhalten wiederholt (Interossei dorsales der Säugetiere).

Die distalen, kleinen Fingermuskeln der Urodelen findet man nur bei den Anuren wieder; dasselbe Verhalten wiederholt sich am Fusse.

An der Streckseite inserierte der Extensor communis am Arme der Urodelen zuweilen an den Endphalangen, aber meistens nur an den Bases der Metacarpalia; er hängt meistens etwas mit den kurzen Extensoren zusammen. Bei den Anuren hat er sich in 2 Teile gespalten, wovon der eine mit dem Abductor dig. II zusammenhängt, der andere mit den kurzen Extensoren verschmilzt. Bei den Cheloniern, Sauriern und Crocodiliern inseriert er nur an den Metacarpalia, bei den beiden letzteren Gruppen ist er relativ schwach. Bei den Säugetieren ist der Muskel kräftig und hat die — sicher ältere — Insertionsart an den Endphalangen behalten. Am Beine der Urodelen verhält sich der Extensor communis bei jeder Art in derselben Weise wie an der vorderen Extremität. Bei den Anuren hat er jeden Zusammen-

hang mit den Zehen verloren und inseriert an beiden Seiten des Tarsus; dieses Verhalten ist wohl durch die Verlängerung des Tarsus verursacht. Bei den Cheloniern ist er etwas konservativer als am Arme, da er nicht nur an den Metatarsalia inseriert sondern auch an der Endphalanx der Zehe I. Bei den Sauriern und Crocodiliern, wo er nur an den Metatarsalia inseriert, ist er wie am Arme bedeutend schwächer; bei den Crocodiliern ist er teilweise mit dem Extensor tarsi tibialis verschmolzen. Bei den Säugetieren inseriert er wie am Arme an den Endphalangen; der Extensor hallucis longus muss als ein selbständig gewordener Teil des Extensor communis aufgefasst werden. Bei den Halbaffen ist der Extensor communis in 2 Teile gespalten; unter den Affen hat sich diese Spaltung mehr oder weniger erhalten.

Der Extensor antebrachii et carpi radialis der Urodelen hat sich bei den Anuren in 5, bei den Cheloniern in 4 Muskeln gespalten, bei den Sauriern in 2 oder 3, bei den Crocodiliern in 3. Bei den Säugetieren wird der Extensor antebrachii-Teil von dem Supinator brevis repräsentiert; der Extensor carpi-Teil hat sich in die beiden Extensores carpi radiales und den Supinator longus gespalten, von denen der letztere bei den Monotremen und Marsupialiern seine ursprüngliche Carpal-Insertion behalten hat. Der entsprechende Muskel am Beine ist schon bei den Urodelen in einen Tarsal- und einen Crural-Teil gespalten. Bei den Anuren existiert nur der Extensor cruris tibialis, bei den Cheloniern, Sauriern und Crocodiliern nur der Extensor tarsi tibialis; wie erwähnt ist er bei den letzteren etwas mit dem Extensor communis verwachsen. Den Extensor tarsi tibialis finden wir bei den Säugetieren in dem Tibialis anticus wieder; unter den Affen ist er mehr oder weniger in 2 Teile gespalten. Der Extensor antebrachii et carpi ulnaris der Urodelen, der auch bei den Cheloniern einfach ist, hat sich bei den Anuren in einen Extensor antebrachii und einen Extensor carpi ulnaris gespalten; bei den Sauriern finden wir nur den letzteren dieser Muskeln wieder, bei den Crocodiliern dagegen nur den ersten. Ein Rest des Extensor antebrachii ulnaris ist wohl der Anconaeus IV der Säugtiere. Aus den Extensor carpi ulnaris-Teil hat sich der Extensor carpi ulnaris sowie vielleicht der Extensor digitorum lateralis entwickelt. Der entsprechende Muskel am Beine der Urodelen, der Extensor cruris et tarsi fibularis, ist einfach. Bei den Anuren, Cheloniern, Sauriern und Crocodiliern existiert nur ein Extensor tarsi fibularis, der aber bei den Crocodiliern und meistens bei den Sauriern sich in 2 Teile gespalten hat, wovon der eine Teil Beziehungen zu der Beugemuskulatur bekommen hat. Nach meiner Auffassung stammen die Peronei und die Extensores laterales der Säugetiere aus dem Extensor tarsi fibularis. Der Abductor digiti II der Urodelen ist wohl dem Abductor digiti I nicht homolog, obgleich er dieselbe Rolle spielt [1]). Der Abductor digiti I zeigt bei den verschiedenen Gruppen nicht grosse Differenzen, nur ist er bei den Säugetieren bedeutend kräftiger geworden; bei den Anuren hängt er, wie erwähnt, mit einem aus dem Extensor digitorum communis abgespaltenen Teile zusammen. Die Extensores

[1]) Nach SIEGLBAUER (1904) wäre dies doch der Fall.

breves der Anuren und Reptilien stimmen im ganzen mit denen der Urodelen überein. Bei den Säugetieren sind die Extensores breves proximalwärts gewandert und werden von der Ulnarseite aus reduziert. Am Beine hat sich meistenteils kein kräftiger Abductor ausgebildet, sondern der Muskel dieser Lage für die Zehe I ist mehr den übrigen ähnlich; hiervon bilden jedoch *Necturus*, sowie die Anuren, und *Varanus* eine Ausnahme. Bei den Anuren haben sich auch diese Muskeln im Zusammenhang mit der Verlängerung des Tarsus in mehrere Lagen gespalten. Bei den Reptilien und Säugetieren verhalten sie sich im ganzen wie bei den Urodelen; bei den Säugetieren werden sie von der fibularen Seite aus reduziert.

Stellen wir also die Muskeln oder Muskelgruppen der distalen Extremitätenteile auf, die beim Menschen einander homodynam sind, so bekommen wir folgende Reihe:

Palmaris longus Flexor digitorum sublimis (mit Ausnahme der distalsten Sehnenteile) Flexor digitorum profundus Flexor pollicis longus	Gastrocnemius Plantaris Soleus Flexor fibularis Quadratus plantae
Flexor carpi radialis	—
Pronator teres	—
Flexor carpi ulnaris	—
Epitrochleo-anconaeus	—
Pronator quadratus	Popliteus Tibialis posticus Flexor tibialis
Sehnenenden des Flexor digitorum sublimis Abductor pollicis Oberflächlicher Kopf des Flexor pollicis brevis (nach der Definition GEGENBAUR's) Opponens pollicis Flexor brevis digiti V Opponens digiti V Palmaris brevis Lumbricales	Abductor hallucis Flexor digitorum brevis Abductor digiti V Lumbricales
Adductor pollicis + Tiefer Kopf des Flexor pollicis brevis	Adductor hallucis
Interossei volares	Flexor hallucis brevis Interossei plantares Flexor digiti V brevis
Interossei dorsales	Interossei dorsales
Extensor digitorum communis	Extensor digitorum communis Extensor hallucis longus
Supinator brevis	—
Supinator longus Extensor carpi radialis longus Extensor carpi radialis brevis	Tibialis anticus

Extensor carpi ulnaris Extensor digiti V proprius (Extensor digitorum lateralis)	Peroneus longus Peroneus brevis Bei den anderen Säugetieren Extensor digitorum lateralis
Anconaeus IV	—
Abductor pollicis longus Extensor pollicis brevis	Extensor hallucis brevis
Extensor pollicis longus Extensor indicis proprius	Extensor brevis digiti II
Bei einigen Säugetieren Extensores breves digitorum III, IV	Extensores breves digitorum III, IV (Bei einigen Säugetieren Extensor brevis digiti V)

Was die Innervation der Beugemuskulatur des Vorderarms betrifft, so findet man bei den Urodelen einen oberflächlichen (ulnaren) und einen tiefen (radialen) Nerven. Von jenem entspringt ein Zweig, der den Flexor primordialis communis und die Flexores accessorii versorgt. Die beiden Hauptnerven dringen an der Hand zwischen die Contrahentes digitorum und die Flexores breves profundi ein, beide Lagen innervierend und anastomosieren hier mit einander. Bei den Anuren findet man im ganzen dieselben Verhältnisse, doch sind hier der oberflächliche Nerv und der von ihm entspringende Zweig relativ schwach; der tiefere Nerv ist kräftig und hat fast den anderen von der Innervation der kurzen tiefen Fingermuskeln verdrängt. Bei den Cheloniern und Sauriern findet man dieselben Verhältnisse wie bei den Urodelen, doch entspringt hier der oben erwähnte Zweig bei den Cheloniern von der Teilungsstelle des gemeinsamen Oberarmnerven, bei den Sauriern von dem tieferen Nerven; bei den Crocodiliern ist dieser Zweig sehr unbedeutend. Bei den Säugetieren ist der grösste Teil des tiefen Nerven, der Verkümmerung der Pronatormuskulatur entsprechend, zu dem unbedeutenden Nervus interosseus internus geworden, der ja nicht bis zur Hand herankommt. Sein proximalstes Stück, sowie der erwähnte Zweig bilden den kräftigen N. medianus (da der Zweig die langen Beuger innervierte, musste er bei deren Entwickelung sich bedeutend vergrössern). Den oberflächlichen Nerven finden wir in dem N. ulnaris wieder, der hier die Innervation aller tiefen Fingermuskeln für sich in Anspruch genommen hat. Was den Unterschenkel betrifft, findet man bei *Siredon*, *Cryptobranchus* und *Salamandra* dieselben Verhältnisse wie am Unterarme, also einen tiefen (tibialen) Nerven, einen oberflächlichen (fibularen) Nerven, sowie einen von diesem ausgehenden Zweig, der die langen Beugemuskeln innerviert. Beide Hauptnerven dringen am Fusse zwischen die Contrahentes digitorum und die Flexores breves profundi ein, beide Lagen innervierend. Bei *Necturus* geht der fibulare Nerv an der Aussenseite des Unterschenkels und bei *Menopoma* teilt er sich in 2 Nerven, von denen der eine wie der Nerv bei *Siredon* und *Salamandra*, der andere wie der Nerv bei *Necturus* geht. Bei den Anuren ist wie am Arme der tiefere Nerv der kräftigere; er hat hier sogar die Innervation sämtlicher kurzen, tiefen Zehenmuskeln übernommen. Bei den Cheloniern, Sauriern und Croco-

diliern findet man im ganzen dieselben Verhältnisse wie bei *Menopoma;* doch können wir hier verfolgen, wie der oberflächliche Nerv allmählich den tiefen Nerven von der Teilnahme an der Innervation der kurzen, tiefen Zehenmuskeln verdrängt, bis dieser bei den Säugetieren nicht länger den Fuss erreicht. Bei *Gecko* und *Chamaeleo* existieren Verhältnisse, die zur selben Zeit primitiv und im hohen Grade sekundär verändert sind. Hier hat ein tibialer, bei den anderen schwacher Nervenzweig den Fussteil des N. interosseus übernommen; dies geschah aber in einem frühen Stadium, denn dieser Fussteil des Nerven hat hier ungefähr dasselbe Ausbreitungsgebiet wie bei den Urodelen. Bei den Monotremen und Marsupialiern findet man im ganzen dieselben Verhältnisse wie bei *Menopoma;* der tiefe Nerv geht zu den Muskeln der Pronatorgruppe (dringt aber nicht zum Fusse heran), der innere Teil des oberflächlichen Nerven ist aber eine Strecke mit dem Zweig verschmolzen. Der äussere Teil des oberflächlichen Nerven — N. suralis — ist hier kräftig und verhält sich wie bei den Reptilien aber verbindet sich am Tarsus mit dem inneren Teil. Bei den Monodelphia werden die Verhältnisse mehr und mehr unklar: N. suralis wird schwächer und hat meistenteils keine Verbindung mit dem inneren Hauptteil des oberflächlichen Nerven. Dieser verschmilzt mit dem tiefen Nerven und dem Zweig (der bei den Säugetieren die meisten kurzen, oberflächlichen Zehenbeuger innerviert) zu einem scheinbar einfachen Nerven, dem N. tibialis.

Die Innervation der Streckmuskeln am Unterarme der Urodelen geschieht bei einigen durch einen von der Beugeseite, zwischen Tibia und Fibula aufsteigenden Nerven, der Verstärkung von einem radialen und wahrscheinlich auch von einem sehr schwachen ulnaren Nerven bekommt; bei anderen werden die Extensoren nur durch diese beiden Nerven versorgt. Bei den Cheloniern finden wir diese beiden Nerven wieder, zuweilen durch den von der Beugeseite aufsteigenden Nerven verstärkt. Bei den Sauriern ist es dieser Nerv, der die meisten Streckmuskeln versorgt, nur wird der Extensor antebrachii radialis von dem radialen der beiden anderen Nerven innerviert. *Sphenodon* zeigt ein Verhalten, dass mit dem gewisser Chelonier übereinstimmt. Dieser radiale Nerv ist der einzige Strecknerv des Unterarms bei den Crocodiliern, der N. radialis der Säugetiere.

Bei den Vorfahren der Tetrapoden müssen wir am Unterschenkel ähnliche Innervationsverhältnisse wie am Arme voraussetzen; das Bestehen eines motorischen N. saphenus bei *Salamandra* und den Monotremen berechtigt uns dazu (dieser Nerv würde dem radialen Nerven am Arme entsprechen). Sonst finden wir bei den Urodelen den N. peroneus, der teilweise dem ulnaren Strecknerven am Arme entspricht, sowie meistens den von der Beugeseite, zwischen Tibia und Fibula aufsteigenden Nerven. Bei einigen Sauriern und bei *Chamaeleo* ist dieser der einzige Strecknerv. Bei anderen Sauriern findet man nur den N. peroneus. *Zonosaurus* zeigt ein Übergangsstadium, da er beide Nerven besitzt, ebenso *Phrynosoma.* Bei den Anuren Cheloniern und Crocodiliern findet man nur den N. peroneus, ebenso bei den Marsupialia und Monodelphia. Er hat überall (mit Ausnahme von *Salamandra* und den Mono-

tremen) den Endteil des N. saphenus übernommen; unter den Säugetieren zeigten uns die Monotremen, in welcher Weise man sich diesen Prozess denken darf.

Ursprünglich war also die Streckmuskulatur des Vorderarms und Unterschenkels je durch zwei Nerven innerviert, von denen der eine (am Arme der radiale, am Beine der fibulare) eine Verstärkung von der Beugeseite erhielt. Allmählich verdrängt der eine Nerv (am Arme der radiale, am Beine der fibulare) den anderen [1]. Vielleicht werden jene beiden Nerven erhalten, weil sie, durch die Drehung der Extremitäten besser geschützt liegen. Die von der Beugeseite kommende Verbindung verschwindet auch allmählich. Diese Verbindung bildet doch am Vorderarme der Saurier den hauptsächlichen Strecknerven und am Unterschenkel mehrerer Saurier den einzigen Strecknerven. Was den Arm betrifft zeigt doch *Sphenodon* und was das Bein betrifft *Zonosaurus* und *Phrynosoma* einen vermittelnden Typus.

An der Beugeseite sahen wir ja eine Konkurrenz der Nerven um ihre Endgebiete, aber eigentlich fast nur an der Hand und am Fusse; an der Streckseite gilt aber diese Konkurrenz den gangen distalen Abschnitt der Extremität.

Diese Verhalten scheinen mir dafür zu sprechen, dass die Auffassung Cunningham's von dem Verhalten zwischen Nerv und Muskel die richtige ist.

[1]) Diese Prozesse haben sich in der Tetrapodenreihe mehr denn einmal vollzogen.

Phylogenetische Bemerkungen.

Ich will jetzt einiges über die phylogenetischen Resultate meiner Untersuchungen sagen. Ich betone aber, dass ich hier keine anderen Verhältnisse zur Vergleichung herbeiziehe, sondern meine Resultate *nur* auf das Verhalten der distalen Extremitätenmuskulatur und ihrer Innervation begründe. Die Resultate haben darum nur einen relativen Wert und wollen darum nichts anderes sein, als ein sehr bescheidener Beitrag zur Lösung der phylogenetischen Fragen.

Die distale Extremitätenmuskulatur verhält sich bei den Urodelen, wie wir gesehen haben, in sehr primitiver Weise. Es ist wahrscheinlich, dass bei den jetzt ausgestorbenen Vorfahren der übrigen Tetrapoden fast dasselbe Verhalten dieser Muskeln bestand. Doch kommt die ursprüngliche Insertionsweise des Extensor digitorum communis[1]) (an den Endphalangen) nur noch bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* vor. Die Monotremen deuten auch darauf hin, dass bei den Vorfahren der Säugetiere eine primitivere Innervationsart der Unterschenkelextensoren als bei den Urodelen bestand; jedoch haben sich bei *Salamandra* Spuren dieser Innervationsart erhalten *Necturus* unterscheidet sich in ein paar Beziehungen etwas von den anderen Urodelen (Abtrennung eines Abductor digiti II (I) an beiden Extremitäten, intimere Verschmelzung des Superficialis- und Profundus-Teiles jedes Extensor brevis an beiden Extremitäten, schwache Ausbildung des Flexor accessorius medialis am Beine, eigentümliche Lage des ungespaltenen N. fibularis).

Die Abtrennung und spezielle Entwicklung des Anurenstammes hat wohl sehr früh begonnen. Die Ähnlichkeiten, die sie mit Reptilien und Säugetieren, oder einer dieser Klassen zeigen (kräftige Ausbildung der Flexores breves superficiales, am Arme, Rudimentierung (bei den Reptilien und Säugetieren vollständige Abwesenheit) des Caput longum musculorum contrahentium, am Beine Abwesenheit desselben Muskels, Spaltung des Muskelbauches des Flexor primordialis communis am Arme, Spaltung des Extensor carpi radialis und des Extensor antebrachii radialis, schwache Ausbildung des Pronator profundus am Arme, Reduzierung der Contrahentes-Lage, Abwesenheit des Extensor cru-

[1]) Da eine distale Insertionsweise dieses Muskels, ausser an beiden Extremitäten dieser Urodelen, an beiden Extremitäten der Säugetiere, sowie an der vorderen Extremität der Anuren und der hinteren Extremität der Vögel vorkommt, haben wir unbedingt das Recht, sie als die primitive Insertionsweise aufzufassen.

ris fibularis] ***sind wohl nur Analogien. Dagegen zeigen sie viele charakteristische Eigentümlichkeiten, die man bei den anderen Tetrapoden nicht wiederfindet, und welche uns berechtigen, die Anuren als in einigen Beziehungen ziemlich hoch spezialisiert aufzufassen*** [am Arme: intime Fixierung der Sehne des Flexor primordialis communis am Carpus, Spaltung des Flexor carpi radialis und des Flexor antebrachii radialis, Abwesenheit des Flexor carpi ulnaris, eigentümliche Lage der Flexores digitorum minimi, Spaltung des Extensor digitorum communis und Vereinigung des radialen Teiles dieses Muskels mit dem Abductor digiti II, kräftige Ausbildung des Abductors, Spaltung der Extensores breves sowie anfangende Spaltung ihrer Sehnen, grösseres Innervationsgebiet für den Nervus interosseus; am Beine: Abwesenheit eines fibularen Ursprunges des Flexor primordialis communis, Spaltung seiner Sehne, Spaltung des Flexor accessorius in 3 Teile, Spaltung des Pronator profundus, proximale Insertion des Extensor digitorum communis, Abwesenheit des Extensor tarsi tibialis, Spaltung und Spezialisierung der Extensores breves, Abwesenheit des Nervus fibularis]. ***Discoglossus zeigt sich in vielen Beziehungen als ein primitiver Typus;*** ich gebe hier ein Verzeichnis der Charaktere, durch welche er an die Urodelen erinnert [am Arme: Flexor primordialis communis ist nicht so kräftig am Carpus fixiert. Der Muskelbauch des Flexor primordialis communis zeigt nur eine Tendenz zu Spaltung. Die Flexores breves superficiales verhalten sich relativ einfach und primitiv. Flexor accessorius ist nicht so weit zurückgebildet. Flexor carpi radialis ist nur in 2 Teile gespalten. Die Reste des Caput long. musc. contr. sind relativ kräftig. Vier Contrahentes existieren. Ein selbständiger Abductor digiti V wird vermisst. Jeder Flexor minimus entspringt ventral von dem Interosseus. Die Teile des Extensor carpi radialis hängen intimer zusammen. Extensor antebrachii radialis ist nur in 2 Teile gespalten, die nicht so scharf von einander getrennt sind. Die Spaltung der Extensores breves ist nicht so weit vorgeschritten. Am Beine: Es existiert ein Zusammenhang zwischen den proximal und distal inserierenden Sehnen der Flexores breves superficiales. 3 Contrahentes existieren (***Bombinator*** ist hier noch altertümlicher, da er 4 hat). Flexor brevis profundus IV hat die normale Grösse. Die Interphalangei sind vollständig einfach. Die Ursprungsweise des Extensor tarsi fibularis ist einfacher. Die Lage a) der Extensores breves ist kräftig. Die Lage der tieferen Extensores breves im Verhältnis zu einander ist altertümlicher.

Die Chelonier haben in einigen wesentlichen Beziehungen die primitive Art der Urodelen behalten (die Flexores breves superficiales entspringen noch, obgleich sie kräftiger als bei den Urodelen sind, von der ungespaltenen Sehne des Fl. pr. comm.; am Arme hat sich der später mit ihnen sich emanzipierende Teil des Fl. pr. comm. noch nicht abgespalten, Extensor communis ist an beiden Extremitäten noch sehr kräftig). In anderen Beziehungen stimmen sie dagegen mit den Sauriern überein (am Arme: Spaltung des Pronators, und Ursprung seines proximalen Teiles vom Humerus, Abwesenheit des Caput long. m. c., Spaltung des Extensor antebrachii radialis; am Beine: die Gastrocnemii existieren, fast durchführte Spaltung des Pronators, Abwesenheit des Caput long. m. c., Vorkommen eines Flexor metatarsi V,

Spaltung der Interossei, Abwesenheit der Extensores cruris tibialis und fibularis, geringeres Endausbreitungsgebiet des Nervus interosseus). Die Chelonier vermissen aber den Flexor antebrachii radialis; dies ist bei den anderen Reptilien nicht der Fall. ***Man kann also die Chelonier als sehr primitive Reptilien auffassen, die sich schon sehr früh von den Vorfahren der Saurier und Crocodilier trennten und die für sie charakteristischen Eigenschaften auszubilden anfingen.***

Bei den Sauriern finden wir eine hohe Differentiierung der distalen Extremitätenmuskulatur, besonders dadurch, dass sich die Flexores breves superficiales in 4 Lagen gespalten haben, von denen die oberflächlichste, die sich mit einem Teil des Flexor prim. comm. zusammen emanzipiert hat, ein kompliziertes System von Endsehnen zeigt. Weiter findet man bei ihnen die oben bei den Cheloniern erwähnten Reptiliencharaktere. Dann findet man einige, von den Sauriern neuerworbene Charaktere [Abspaltung eines carpalen (tarsalen) Teiles des Flexor accessorius, Reduzierung des Extensor digitorum communis an beiden Extremitäten, Abwesenheit des Extensor antebrachii ulnaris, Aufsteigen des Hauptnerven der Streckseite des Armes von der Beugeseite; am Beine: der eigentümliche, den Extensor tarsi fibularis und die langen Flexoren verbindende Sehnenapparat, meistens Spaltung des inneren Gastrocnemius, Spaltung des distalen Teiles des äusseren Gastrocnemius, Emanzipierung eines Flexor digiti V, Entstehung einer Lücke zwischen den beiden Teilen des Pronators, Spaltung des Extensor tarsi fibularis].

Sphenodon zeigt an der hinteren Extremität (die ja von Perrin sehr genau untersucht worden ist) mehrere eigentümliche Charaktere [alle Sehnen der Flexores breves superficiales gehen von den Muskeln (keine von der Fascie) aus. Flexor digiti V hat sich noch nicht frei gemacht. Reste der Flexores breves profundi existieren. Die Insertion des Extensor tarsi tibialis ist relativ primitiv. Extensor tarsi fibularis ist einfach. Extensores breves superficiales sind reichlicher vertreten und verhalten sich altertümlicher]. Dagegen ist Pronator profundus schon in 2 Teile gespalten (der proximale Teil ist jedoch relativ gross); hierin verhält sich also ***Sphenodon*** weniger primitiv als *Lacerta*. Ein sekundäres Verhalten ist es auch, dass die Contrahentes III und IV fehlen. Am Arme ist nach Osawa das Verhalten der Flexores breves superficiales nicht so primitiv wie bei *Varanus* und den Tejidae, weil sie sich wie es scheint, schon von dem aus dem Fl. prim. comm. abgespaltenen Teil emanzipiert haben. Die Innervationsweise der Streckseite des Unterarms ist dagegen primitiver als bei den Sauriern. ***Sphenodon hat also ein ziemlich typisches Sauriergepräge, obgleich er mehrere altertümliche Charaktere bewahrt hat; von diesen findet man jedoch zuweilen einige unter den Sauriern.***

Varanus trennt sich durch einige, relativ unbedeutende Charaktere von den anderen Sauriern [am Arme: die Lage I a der Flexores breves superficiales ist relativ einfach und steht wie bei den Tejidae noch in Verbindung mit dem abgespaltenen Fl. pr. comm.-Teil. Flexor carpi radialis inseriert in relativ primitiver Weise. Am Beine: der proximale Teil des Pronators ist gross. Contrahens IV ist kräftig. Die untere Lage der Extensores breves superficiales ist vollständiger].

Dies waren alle primitiven Charaktere; dazu kommen einige Neuerwerbe (Die Lage II a der Flexores breves superficiales existiert auch am Fusse [1]), Flexor profundus entspringt am Beine nicht vom Femur. Am Beine hat sich aus einem Teil des Extensor brevis superficiales I ein relativ kräftiger Abductor entwickelt). Dies sind alles Eigentümlichkeiten, die keine grosse Bedeutung haben, aber doch *Varanus* in gewissem Grade von den anderen Sauriern trennen.

Lacerta zeigt sich in zwei Beziehungen sehr altertümlich: am Beine ist der Pronator profundus nicht und der Extensor tarsi fibularis nur wenig gespalten.

Ein altertümliches Verhalten der Tejidae ist es, dass Nervus radialis profundus den Humerus nicht durchbohrt, sowie dass Ramus medianus am Arme an der Teilungsstelle des Oberarmnerven entspringt.

Heloderma und *Mabuia* verhalten sich in der Beziehung altertümlich, dass sich ein Flexor digiti V noch nicht emanzipiert hat (SHUFELDT, PERRIN). Bei *Heloderma* ist auch Ext. tarsi fib. noch nicht gespalten.

Das oben — pag. 87 — beschriebene eigentümliche Verhalten der Beugenerven bei *Gecko* und *Chamaeleo* zeigt, *dass sich die Vorfahren dieser Gruppen schon ziemlich früh von den Vorfahren der Saurier getrennt haben*. Die Vereinigung der beiden Nervi fibulares bei *Chamaeleo* ist ein sehr altertümliches Verhalten.

Die Crocodilier stimmen, was das System der Muskelanordnung betrifft, mit den Sauriern überein. Doch trennen sie sich durch mehrere Charaktere von ihnen, einige die relativ primitiv sind und andere die für die Crocodilier spezielle Neuerwerbe darstellen. Die altertümlichen Charaktere sind am Arme: primitiveres Verhalten der Flexores breves superficiales, Einfachheit des Pronators [2]), Vorkommen eines Extensor antebrachii ulnaris; am Beine: primitiveres Verhalten der Flexores breves superficiales, Einfachheit des inneren Gastrocnemius, Einfachheit des vom Extensor tarsi fibularis entspringenden Sehnenapparates, unvollständige Spaltung des Pronators, kräftige Entwicklung der Flexores breves profundi, Einfachheit zweier Interossei, geringere Reduktion des Extensor digitorum communis. Die Neuerwerbe sind am Arme: Schwäche des Flexor primordialis communis, Abwesenheit des Flexor carpi radialis und des Flexor antebrachii ulnaris, stärkere Reduktion des Extensor digitorum communis, Abwesenheit des Extensor carpi ulnaris, Innervation der Streckmuskeln nur durch den Nervus radialis profundus; am Beine: Abspaltung eines Teiles des äusseren Gastrocnemius in Verbindung mit dem Ambiens, Grösse und eigentümliche Insertion des tarsalen Flexor accessorius-Teiles, Tibialursprung des Pronators, Reduzierung der Contrahentes-Lage, Grösse des Extensor tarsi tibialis und Vereinigung bei der Insertion mit dem Extensor digitorum communis, Distalwärtswanderung eines Teiles des Extensor tarsi fibularis, vollständiges Verdrängen des Nervus interosseus von der Innervation der kurzen Zehenmuskeln; (dazu kommen an beiden Extremitäten die Veränderungen, die die Finger — und Zehenreduktion hervorgerufen haben). Von

[1]) Es ist doch möglich, dass diese Lage bei den anderen Sauriern existiert hat, aber verschwunden ist.

[2]) Es ist auch möglich, dass der proximale Teil verschwunden ist.

diesen Charakteren sind einige eine Weiterentwicklung des Verhaltens der Saurier (Reduzierung des Ext. dig. comm. am Arme, Abspaltung des mit dem Ambiens verbundenen Muskelteiles, Verdrängen des N. interosseus vom Fusse). ***Man darf also wohl annehmen, dass die Entwicklung der Vorfahren der Saurier und Crocodilier ziemlich lange gemeinsam war, denn keines von den altertümlichen Merkmalen der Crocodilier ist im höheren Grade primitiv; die Neuerwerbe zeigen aber, dass sich die Crocodilier in vielen Beziehungen ziemlich weit von den Sauriern entfernt haben.***

Was die Säugetiere betrifft, zeigen sie ja gewisse sehr altertümliche Charaktere, durch die sie sich den Urodelen unmittelbar anschliessen. So ist ja die Insertionsweise des Extensor digitorum communis an beiden Extremitäten dieselbe wie bei ***Cryptobranchus*** und ***Menopoma***; in dieser Beziehung verhalten sich die Säugetiere sogar primitiver als die meisten Urodela (die Reptilien zeigen ja alle die sekundäre Insertionsart, doch müssen die Vorfahren der Anuren an der vorderen Extremität und die Vorfahren der Vögel an der hinteren Extremität die primitivere Insertionsart gehabt haben; durch dieses Verhalten zeigen sich also die meisten Urodela, obgleich sie sonst sehr primitiv sind, doch als ein Seitenzweig des Stammbaumes)[1]) Ein sehr primitives Verhalten, das man sonst nur bei den Urodelen und bei ***Chamaeleo*** findet, ist die bei mehreren Säugetieren (Monotremen, Marsupialiern u. a.) vorkommende Verbindung zwischen den beiden Nervi fibulares. Eine Urodelenähnlichkeit ist es auch, dass die Säugetiere am Arme beide Flexores accessorii besitzen (doch ist es ja möglich, dass dies auch bei den Sauriern der Fall). Die distale Insertionsweise der Pronatorteilen am Beine, der zuweilen vorkommende Femoralursprung des Tibialis anticus (Extensor tarsi tibialis) und des Peroneus longus (Teil des Extensor tarsi fibularis) sowie die Einfachheit der Interossei des Fusses sind alles urodelenähnliche Charaktere.

Es gibt aber Gründe, die es wahrscheinlich machen, dass die Reptilien und Säugetiere nicht von einander getrennt, von urodelenähnlichen Vorfahren stammen, sondern dass es ein über den Urodelen stehendes Stadium gegeben hat (in welchem viele Eigenschaften mit den primitiveren Eigenschaften der Cheloniern übereinstimmten). ***das für beide Klassen gemeinsam war.*** Erstens existiert eine auffallende Ähnlichkeit zwischen den beiden Gastrocnemii der Reptilien und den beiden Gastrocnemiusköpfen der Säugetiere. Die Differentiierung der langen Beuger (durch die Flexores breves superficiales hervorgerufen) hat sich bei beiden Gruppen in ziemlich ähnlicher Weise vollzogen. Das in dieser Beziehung so primitive Verhalten der Monotremen verbietet uns aber hier eine gemeinsame Entwicklung anzunehmen. Aber aus der relativen Ähnlichkeit dieses Prozesses bei den Säugern und Reptilien können wir auf ein gemeinsames Anfangsstadium schliessen; dieses Stadium ist uns um so wahrscheinlicher, da wir, wenn wir es uns vorzustellen suchen, ein Bild der Beugemuskulatur bekommen, das ziemlich genau mit dem Verhalten dieser Muskulatur bei den Cheloniern übereinstimmt.

[1]) Denselben Schluss zieht man ja aus der Vergleichung der Innervation der Streckmuskeln des Unterschenkels bei Urodelen und Monotremen.

Andere Ähnlichkeiten zwischen den Säugetieren und Sauriern ist die Zweiteilung des Flexor prim. comm.-Bauches am Arme, der Ursprung des Ramus medianus vom Nervus interosseus am Arme, das Vorkommen eines kleinen, tarsalen Flexor accessorius-Teiles (Quadratus plantae), grösseres Endausbreitungsgebiet des N. fibularis.

Die Säugetiere und Saurier haben sich sonst in sehr verschiedener Weise spezialisiert; die Säugetiere zeigen eine reichlichere Entwicklung der langen Beuger, die Saurier der kurzen Finger- und Zehenmuskeln. Man kann wohl kaum sagen, dass, was die Entwicklung der distalen Extremitätenmuskulatur betrifft, der eine Typus höher stehe als der andere.

Unter den Säugetieren habe ich die Monotremen in hohem Grade primitiv gefunden; sie stellen sich durch mehrere wichtige Merkmale an die Basis des Säugetierstammes. So ist ja am Arme der Fl. prim. comm. noch einfach und die Flexores breves superficiales (bei *Echidna* nur ein Rest) entspringen von seiner Sehne. Die Flexores accessorii entspringen beide von der Ulna. Extensor carpi radialis [1]) ist noch einfach (bei *Echidna* ist Supinator brevis besonders gross). Am Beine haben sich Plantaris und Soleus noch nicht aus dem primitiven, äusseren Gastrocnemius abgespalten. Extensor hallucis longus entspringt hoch oben. Die Peroneusgruppe verhält sich (besonders bei *Echidna*) sehr primitiv. Die Teilnahme des N. saphenus an der Innervation der Unterschenkelmuskulatur ist wie erwähnt ein sehr primitives Verhalten.

Doch gibt es ja einige Charaktere, wodurch sich die Monotremen spezialisieren und von den Vorfahren der anderen Säugetiere trennen: so durch die an beiden Extremitäten begonnene, mehr oder wenig fortgeschrittene Reduktion der kurzen Finger- och Zehenmuskeln (die Contrahentes der Hand sind verschwunden, ebenso die Extensores breves und Lumbricales am Fusse, bei *Echidna* die Flexores breves superficiales an beiden Extremitäten fast vollständig, ebenso die Flexores breves profundi und Interossei des Fusses), die Abspaltung eines Extensor indicis, die Insertion des Extensor digitorum communis bei *Echidna.*

Die Marsupialia zeigen viele altertümliche Charaktere, die sie vermittelnd zwischen die Monotremen und placentalen Säugetiere stellen: so fängt bei ihnen am Arme zuerst der Flexor sublimis an sich auszubilden. Supinator longus inseriert noch, wie bei den Monotremen, am Carpus. Am Beine hat sich Plantaris teilweise abgespalten, bei einigen existiert schon ein schwacher Soleus. Der Flexor tibialis ist bei den meisten Beuteltieren, wie bei den Monotremen (aber auch bei den Xenarthra, einigen Insectivoren und mehreren Nagern), noch frei. Doch sind die meisten Beuteltiere in der Beziehung höher spezialisiert als die anderen Säugetiere, dass sich bei ihnen, ähnlich wie am Arme, ein Flexor sublimis auszubilden anfängt; die Flexores breves superficiales verhalten sich darum zu dem Plantaris mehr wie dieselben Muskeln an der Hand zu dem Palmaris. Bei mehreren Beuteltieren hat sich auch der Extensor

[1]) Der in der Säugetieranatomie E. c. r. genannte Muskel, nicht der primitive.

lateralis in 3 oder meistens 4 Bäuche gespalten, was eine höhere Differentiierung dieses Muskels als bei den placentalen Säugetieren darstellt[1]); dementsprechend ist die Lage der Extensores breves bei den Beuteltieren auch mehr reduziert.

Das primitive Verhalten der hinteren Extremität der Chiroptera ist dagegen nur ein sekundäres Phänomen; sie müssen von Tieren abstammen, deren Muskulatur der hinteren Extremität sich wie bei den anderen placentalen Säugetieren verhielt. So findet man zuweilen Spuren eines Extensor hallucis. Bei *Pteropus* findet man einen Extensor lateralis V. Diese Gattung zeigt uns auch, dass die Insertion des Extensor digitorum communis an I und die Ausbildung eines Extensor brevis für V sekundäre Erscheinungen sind.

Es ist eigentümlich zu sehen, dass, obgleich die beiden Extremitäten sich in verschiedener Weise spezialisieren, gewisse Veränderungen der einen Extremität sich an der anderen in getreuer Weise wiederholen. So finden wir bei den Sauriern die Lagen I a und b sowie II b der Flexores breves superficiales der Hand auch am Fusse wieder (bei *Varanus* auch II a). Die Lage I b und II b verhalten sich an beiden Extremitäten ganz in derselben Weise. Das Sehnensystem der Lage I a ist an beiden Extremitäten dasselbe. Andere Ähnlichkeiten der beiden Extremitäten der Saurier ist die Abspaltung eines carpalen (tarsalen) Flexor accessorius-Teil (sowie seine Innervation durch N. interosseus), die Spaltung des Pronators, die Reduzierung des Extensor dig. comm. Eine solche Ähnlichkeit ist auch die Tendenz zur Spaltung der Sehnen der Extensores breves der Anuren. Ebenso die Reduzierung des humeralen (femoralen) Teiles des Flexor profundus der Crocodilier.

[1]) Am Arme geht ja der entsprechende Muskel oft zu 3 Finger.

Schlussworte.

Das Interesse für die vergleichende Myologie hat sich während der letzten Jahre in erfreulicher Weise gesteigert. Man darf wohl hoffen, dass dieser Wissenschaftszweig sich bald eine viel bessere Stellung unter den Kapiteln der vergleichenden Anatomie erwerben werde. Es wäre sehr gut, wenn ihm in den Lehrbüchern ein viel grösserer Raum gewidmet würde. Obgleich mehrere seiner Resultate sehr schwierig zu erreichen sind und etliche ziemlich problematisch bleiben, sind doch viele so klar und bei einem genaueren Studium von selbst einleuchtend, dass sie unbedingt verdienen, zu Gemeingut aller Zoologen zu werden. Da gewisse myologische Charaktere von grossem systematischen Werte sind (wie unter den Reptilien der Ambiens für die Crocodilier, mehrere Eigenschaften der Monotremata) wäre es gut, wenn auch die allgemeinen zoologischen Lehrbücher die Myologie mehr berücksichtigen wollten. Es wäre auch gut, wenn man sich bei den zoologischen Präparierübungen mehr als jetzt mit der Myologie beschäftigte und wenn sich die zoologischen Institute gute, die phylogenetische Entwicklung der Muskulatur demonstrierende Präparate und Wandtafeln verschafften. Dies scheint mir um so wichtiger, als die vergleichende Myologie besonders dazu geeignet ist, die Unerschütterlichkeit der Descendenzlehre zu demonstrieren. Auf jeden Tritt begegnet man Fakta, die ohne die Hilfe der Entwicklungslehre durch und durch unverständlich und paradoxal wären. Darum scheint sie mir auch dazu geeignet, eine Rolle bei der Popularisierung der vergleichenden Anatomie zu spielen.

Es sei mir auch gestattet auszusprechen, dass nach meiner Ansicht das tiefere Studium der Myologie einen dazu führt, die Vererbung erworbener Eigenschaften für wahrscheinlich zu halten. Die distale Extremitätenmuskulatur unterliegt ja in der Tetrapodenreihe mannigfaltigen Veränderungen. Das Faktum aber, dass Veränderungen so oft, mehrere zugleich und mit vollständigster Konsequenz (wie z. B. in derselben Weise an allen Fingern oder allen Zehen auf einmal) auftreten, wobei doch an dem bei den Urodelen vorgefundenen Grundschema der Muskulatur mit grösster Zähigkeit festgehalten wird, scheint mir dafür zu sprechen, dass diese Veränderungen fixierte erworbene Eigenschaften sind und nicht durch Zuchtwahl fixierte blinde Variationen. Treten doch oft kleinere Veränderungen auf, die

einen gewissen Grad von Nützlichkeit zeigen, die aber wahrscheinlich nicht die Schwelle des Selektionswertes erreichen [1]). Würde man für die Entwicklung der Extremitätenmuskulatur die Zuchtwahl als einzigen Faktor halten, so müsste man für diese Entwicklung ganz unerhörte Zeiträume annehmen [2]).

Vielleicht wäre es möglich, in der Myologie experimentelle Studien über die Vererbung erworbener Eigenschaften zu machen.

Die interessante Abhandlung SIEGLBAUER's „Zur Anatomie der Schildkröten-extremität" (Arch. Anat. Phys., Anat. Abt. 1909) bekam ich leider, als diese Arbeit schon der Druckerei übergegeben war; ich habe sie darum hier nicht berücksichtigen können.

[1]) Zuweilen muss man sich darüber wundern, wie sonderbar zäh eine solche Eigenschaft sein kann. Z. B. unter den Sauriern ist es oft eigentümlich, bei in verschiedener Weise lebenden Formen dieselbe kleine Eigenschaft immer in derselben Weise zurückkehren zu sehen. Um ein Beispiel von Säugetieren zu holen, habe ich bei allen von mir zergliederten Katzen und auch bei den anderen von mir zergliederten Feliden immer die Flexor sublimis-Sehne für IV als eine Vereinigung von zwei kleinen Sehnen gesehen (des Flexor sublimis und des Flexor brevis manus) und niemals in diesem Verhalten eine Variation gefunden.

[2]) Ich hoffe später auf dieses Thema zurückzukommen.

Nachschrift.

Vögel.

Wenn man eine Auffassung von dem Verhalten der Muskulatur der hinteren Extremität der Vögel zu derselben Muskulatur der Tetrapoden erhalten will, muss man die Vögel mit den Sauriern und Crocodiliern vergleichen. Wenn man eine genaue Kenntnis der distalen Extremitätenmuskulatur dieser Ordnungen und deren Innervation hat, findet man sogleich ohne Schwierigkeit die Homologien bei den Vögeln. Die Vögel dagegen mit den Säugetieren zu vergleichen, ohne beide Klassen, die erste durch die Reptilien, auf die Urodelen zurückzuführen, scheint mir ganz verfehlt.

Obgleich ich nur einen *Struthio*, sowie *Columba* und *Buteo* zergliedert habe, will ich doch ein paar Worte über das Verhalten der Vögel sagen. Eine ausführliche Beschreibung der Vogelmuskulatur findet man ja in der Arbeit GADOW's (in: Bronn).

Von den 3 Teilen des Gastrocnemius [1]) der Vögel entsprechen Pars interna und Pars media zusammen dem inneren Gastrocnemius der Saurier. Wir sahen ja bei den Sauriern wie dieser Muskel vom Distalende des Femurs zur Tibia überwanderte; die Pars media der Vögel ist nur ein an der alten Ursprungsstelle verbliebener Teil des Muskels. Pars externa entspricht aber nur einem oberflächlichen Teil des äusseren Gastrocnemius der Saurier (er entspricht also im ganzen dem äusseren Gastrocnemiuskopfe der placentalen Säugetiere). Der tiefere Teil des äusseren Gastrocnemius der Saurier hat sich aber hier mit Sehnenteilen der Flexores breves superficiales zusammen zu den Flexores perforati sowie den Flexores perforantes et perforati ausgebildet. Wenn man die Insertionsweise dieser Muskeln mit der Insertionsweise der Lage I a der Flexores breves superficiales der Saurier vergleicht, wird einem dies sofort klar; und durch diesen Vergleich wird einem das eigentümliche Verhalten der Sehnen dieser Muskeln bei den Vögeln verständlich. Weitere Beweise für diese Homologisierung ist die Lage des Nervus fibularis internus zwischen diesen Muskeln, sowie die Verbindung des Ambiens mit einem Muskel dieser Gruppe (bei den Crocodiliern verband er sich ja mit einem Teil des äusseren Gastrocnemius). Der Popliteus ist ein Rest des proximalen Teiles des Pronators der Saurier. Vielleicht entspricht der

[1]) Ich gebrauche die Namen GADOW's

Plantaris dem distalen Teil desselben Muskels (mit dem spät erstandenen Plantaris der Säugetiere hat er natürlich nichts zu tun); ein genaues Studium der Innervation bei den verschiedenen Vogelordnungen würde uns wohl über diese Frage Bescheid geben. Flexor profundus und Flexor hallucis longus entsprechen zusammen dem Flexor profundus der Saurier; mit der veränderten Stellung des Hallux hat sich der Muskel gespalten (wir haben also hier einen ähnlichen Vorgang wie am Arme der Säugetiere; von den Muskeln am Unterschenkel der Säugetiere entsprechen diese Muskeln zusammen natürlich nur dem Flexor fibularis). Wir finden auch bei den Vögeln wie bei den Sauriern und Crocodiliern Sehnenbänder, die von den Dorsalseiten der Zehensehnen des Flexor profundus zu den Interphalangealgelenken gehen.

Extensor digitorum communis hat merkwürdigerweise bei den Vögeln eine distale Insertionsart behalten; er entspringt aber in sekundärer Weise. Er ist nicht so reduziert wie bei den Sauriern. Der Tibialis anticus ist natürlich dem Extensor tarsi tibialis homolog; er hat teilweise die altertümliche Ursprungsweise behalten. Dass er fibular von der Sehne des Extensor dig. comm. inseriert, kann in der Weise erklärt werden, dass er bei den Vorfahren der Vögel, wie bei den Crocodiliern, doppelt war und an den Metatarsalia I und II inserierte; zwischen diesen beiden Sehnen kann dann die Sehne des Extensor dig. comm. passiert haben. Dann verschwand bei der Bildung des Laufknochens der innere, an Met. I inserierende Teil und die eigentümliche Lage der Sehne enstand. Die beiden Peronei entsprechen natürlich den beiden Teilen des Extensor tarsi fibularis; sie entspringen hier in derselben charakteristischen Weise wie bei den Crocodiliern. Das von der Sehne des Peroneus superficiales gebildete Sustentaculum, das von den Sehnen mehrerer langer Beuger durchbohrt wird, ist natürlich ein Umwandlung des bei den Sauriern — pag. 20 — beschriebenen, von dem äusseren Teile des Extensor tarsi fibularis (der dem Peroneus superficiales entspricht) entspringenden Sehnenapparates. Ein Rest dieses Sehnenapparates ist auch die Nebensehne des Peroneus superficialis, die zu der Sehne des Flexor perforatus digiti III geht.

Bei den Crocodiliern stand der äusseren Teil des Extensor tarsi fibularis (Peroneus superficialis) in Beziehung zur Beugemuskulatur.

Von den Nerven finden wir die Nervi fibulares, internus und externus wieder sowie den Ramus medianus und einen Rest des Nervus interosseus und an der Streckseite den N. peroneus.

Wir können uns also vorstellen, dass die Vögel von Formen abstammen (die auch Vorfahren der Saurier und Crocodilier waren), die sich, was diese ***Muskulatur betrifft,*** *im ganzen wie ziemlich vereinfachte Saurier verhielten.* Doch hatten sie ein paar relativ altertümliche Charaktere behalten, wie die distale Insertion des Extensor dig. comm. und den femoralen Ursprung eines Teiles des Tibialis anticus. *Dass die Entwicklung der Vögel und Crocodilier aus diesen gemeinsamen Stammformen eine Weile gemeinsam war*, zeigt uns das Vorkommen des Ambiens und die Lage der Peronei, (sowie auch wahrscheinlich die Lage der Sehne des Tibialis anticus) bei den Vögeln.

Literaturverzeichnis.

BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs:
HOFFMANN, C. K., Amphibien.
—, Reptilien.
GIEBEL, C. G. } Säugetiere.
LECHE, W. } Säugetiere.

1907. ÄRNBÄCK-CHRISTIE-LINDE, A., Der Bau der Soriciden und ihre Beziehungen zu andern Säugetieren, in: Morph. Jahrb., Vol. 36.

1902. ALÉZAIS, Étude anatomique du cobaye, in: Journ. de l'Anat. et de la Physiol., Vol. 38.

1866. ALIX, P. H. E., Sur le membre abdominal du Phalanger fuligineux; muscle carré pronateur à la face dorsale de la jambe; os sésamoide et fibro-cartilagi-inter-articulaire dans l'articulation du pied avec la jambe, in: Bull. Soc. Philom., Vol. 3.

1867 a. — Sur l'appareil locomoteur de la Rousette d'Edwards, ibid., Vol. 4.

1867 b. — Sur l'appareil locomoteur de l'Ornithorynque et de l' Échidné, ibid., Vol. 4.

1867 c. —, Sur les caractères anatomiques de l'Aye-Aye, ibid.

1876 —, Sur la myologie du putois, in: Journ. de Zool., Vol. 5.

1882. ALLEN, HARRISON, The muscles of the limbs of the racoon (Procyon lotor, in: Proceed. Acad. Nat. Sc. Philadelphia.

1891. BEDDARD, F. E., Notes on the anatomy of Dolichotis patagonica, in: Proceed. zool. Soc. London.

1871. BESWICK-PERRIN, J., On the myology of the limbs of the Kinkajou (Cercoleptes caudivolvolus), in: Proceed. zool. Soc. London.

1870. BISCHOFF T. L., Beiträge zur Anatomie des Hylobates leuciscus, in: Abh. math.-phys. Kl. Bayr. Akad. Wiss., Vol. 10, Abt. 3.

1889. BROOKS, H. ST. JOHN, On the morphology of the extensor muscles, in: Stud. Mus. zool. Univ. Coll. Dundee, Vol. 1, N:o 5.

1846. BURMEISTER, H., Beiträge zur näheren Kenntniss der Gattung Tarsius, Berlin.

1859. CAMPEN, F. A. von, Ontleedkundig onderzoek van den Potto van Bosman. Amsterdam, Verhand. VII.

1900. CARLSSON, A., Über die systematische Stellung der Nandinia binotata, in: Zool. Jahrb., Vol. 13, Syst.

1902. —, Über die systematische Stellung von Eupleres goudoti, in: Zool. Jahrb., Vol. 16, Syst.

1904. —, Zur Anatomie des Notoryctes typhlops, in: Zool. Jahrb., Vol. 20, Anat.

1905. —, Ist Otocyon caffer die Ausgangsform des Hundegeschlechts oder nicht? in Zool. Jahrb., Vol. 22, Syst.

1872. CHAMPNEYS, F., On the muscles and nerves of a Chimpanzee (Troglod. nig.) and a Cynoceph. anubis, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 6.

1871. COUES, E., On the myology of Ornithorhynchus, in: Proceed. Essex Inst., Vol. 6.

1873. —, Osteology and myology of Didelphys virginiana, in: Mem. Boston Soc. nat. hist. Vol. 2.

1882 a. CUNNINGHAM, D. J., Report on some points in the anatomy of Thylacinus cynocephalus, Phalangista sulpina and Phascogale calura; with an account of comparative anatomy of the intrinsic muscles and nerves of the mammalian pes, in: Rep. results Challenger, Vol. 5.

1882 b. —, The relation of nerve-supply to muscle homology, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 16.
1891. —, The value of nerve-supply in the determination of muscular homologies and anomalies, ibid., Vol. 25.
1881. Dobson, G. E., Notes on the muscular anatomy of Cercopithecus callitrichus, in: Proceed zool. Soc. London.
1882—1883. —, A monograph of the Insectivora, I, II, London.
1883. —, On the homologies of the long flexor muscles of the foot of Mammalia, with remarks on the value of their leading modifications in Classification, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 17.
1895 a. Eisler, P., Die Homologie der Extremitäten, in: Abh. naturf. Ges. Halle, Vol. 19.
1895 b. —, Die Flexores digitorum, in: Verh. anat. Ges., 9. Vers.
1877. Fewkes, J. W., Contributions to the myology of Tachyglossa hystrix (Echidna hystrix), in: Bull. Essex Inst., Vol. 9.
1895 a. Fick, R., Vergleichend-anatomische Studien an einem erwachsenen Orang-Utang, in: Arch. Anat. Physiol., Anat. Abt.
1895 b. —, Beobachtungen an einem zweiten erwachsenen Orang-Utang und einem Schimpanzen, ibid.
1907—1908. Frets, G. B., Die Varietäten der Musculi peronaei beim Menschen und die Mm. peronaei bei den Säugetieren, I, in: Petrus Camper, Vol. IV; II in: Morph. Jahrb., Vol. 38.
1903. Fürst, C. M., Der Musculus popliteus und seine Sehne, in: K. Fysiogr. Sällsk. Förh., Vol. 14.
1882. Gadow, H., Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien, in: Morph. Jahrb., Vol. 7.
1896—1899. Gaupp, E., Anatomie des Frosches, Braunschweig.
1908. Glaesmer, Erna, Untersuchung über die Flexorengruppe am unterschenkel und Fuss der Säugetiere, in: Morph. Jahrb., Vol. 32.
1906. Grabowsky, F., Beitrag zur Biologie der Gorilla, in: Jen. Zeitschr. Naturwiss., Vol. 41.
1878. Gruber, W., Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie, Heft. 2.
1883. Hartmann, R., Die menschenähnlichen Affen, Leipzig.
1886. Haswell, M. A., On the myology of the flying phalanger, in: Proceed Linn. Soc. New. South Wales, Ser. II, Vol. 1.
1867. Haughton, S., On the muscular Anatomy of the Macacus nemestrinus, in: Proceed Irish Acad., Vol. 9.
1892. Hepburn, D., The comparative anatomy of the muscles and nerves of the superior and inferior extremities of the Anthropoid Apes, in: Journ. Anat. Physiol, Vol. 26.
1869. Humphry, G. M., On the myology of the limbs of Pteropus. in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 3.
1872. —, The muscles and nerves of the Cryptobranchus japonicus, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 6.
1869. Huxley, T. H., Lectures on the structure and classification of mammalia, in: Med. Tim. Gaz., I, II.
1855. Kingma, Eenige vergelijkend ontleedkundige Aanteekningen over den Otolicnus peli.
1891—1892. Kohlbrügge, J. H. T., Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates, in: Zool. Ergebn. einer Reise in Niederländisch-Ostindien, herausgeg. von Max Weber, Vol. 1.
1884. Krause, W., Anatomie des Kaninchens, Leipzig, 2 Aufl.
1906. Kükenthal, W., Beiträge zur Anatomie eines weiblichen Gorilla, in: Jen. Zeitschr. Naturwiss., Vol. 41.
1886. Leche, W., Über die Säugettiergattung Galeopithecus, in: Svenska Vet. Akad. Förhandl. Vol. 21, n:o 11.
1890—91. —, Beiträge zur Anatomie des Myrmecobius fasciatus, in Biol. Fören. Förh. Stockholm.
1908. Loth, E., Die Aponeurosis plantaris in der Primatenreihe. Mit spezieller Berücksichtigung, des Menschen, in: Morph. Jahrb., Vol. 32.
1870. Macalister, A., On the myology of the Wombat (Phascolomys wombata) and the Tasmanian Devil (Sarcophilus ursinus), in: Ann. Mag. Nat. Hist., Vol. 5.
1872 a. —, The muscular anatomy of the Koala (Phascolarctos cinereus), ibid., Vol. 10.
1872 b. —, The myology of the Chiroptera, in: Phil. Trans. Royal Soc. London.
1873. —, The muscular anatomy of the Civet and Tayra, in: Proceed. Irish Acad., Vol. 1.

1887. MAC CORMICK, A., The morphology of the limbs of Dasyurus viverrinus in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 21.
1904. MC MURRICH, J. PLAYFAIR, The phylogeny of the crural flexors, in: Amer. Journ. Anat., Vol. 4, N:o 1.
1907. —, The phylogeny of the plantar musculature, in: Amer. Journ. Anat., Vol. 6, N:o 4.
1878. MAISONNEUVE, P., Traité de l'ostéologie et de la myologie du Vespertilio murinus, Paris.
1826. MECKEL, J. F., Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica, Lipsiae.
1875. MILNE-EDWARDS, A. und GRANDIDIER, A., Histoire naturelle des mammifères, in: Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, Vol. 6.
1865. MIVART, St. G., On some points in the anatomy of Echidna hystrix, in: Trans. Linn. Soc. London, Vol. 25.
1881. —, The Cat, London.
1882. —, Notes on some points in the anatomy of the Aeluroidea, in: Proceed. zool. Soc. London.
1865 a. MURIE, J. und MIVART, St. G., Observations on the anatomy of Nycticebus tardigradus, in: Proceed. zool. Soc. London.
1865 b. —, On the anatomy of the Lemuroidea, in: Trans. zool. Soc. London.
1866. —, On the anatomy of the Crested Agouti, in: Proceed. zool. Soc. London.
1872. MURIE. J., Researches upon the anatomy of the Pinnipedia. 1. On the Walrus (Trichecus rosmarus) in: Trans. zool. Soc. London.
1898. OSAWA, GAKUTARO, Beiträge zur Anatomie der Hatteria punctata, in: Arch. mikrosk. Anat., Vol. 51.
1902. —, Beiträge zur Anatomie das japanischen Riesensalamanders, in: Mitt. med. Fac. japan. Univ. Tokio, Vol. 5, N:o 4.
1890. OUDEMANS, J. F., Beiträge zur Kenntnis des Chiromys madagascariensis, in: Verh. Akad. Wet. Amsterdam, Vol. 27.
1867. PAGENSTECHER, H. A., Mensch und Affe, in: Zool. Garten, Vol. 8.
1894 a. PARSONS, F. G., On the myology of the Sciuromorphine and Hystricomorphine Rodents, in: Proceed. zool. Soc. London.
1894 b. —, On the morphology of the Tendo-Achillis, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 28.
1895. —, On the limb myology of Gymnura rafflesii, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 32.
1896. —, The myology of Rodents, Part 2: An account of the myology of the Myomorpha, together with a comparison of the muscles of the various suborders of Rodents, ibid.
1898. PARSONS. F. G. und WINDLE, B. C. A., On the myology of the terrestrial Carnivora, Part. 2 in: Proceed. zool. Soc. London.
1899. —, On the myology of the Edentata, Part. 1, 2, ibid.
1892. PERRIN, A,, Contribution à l'étude de la myologie comparée: le membre postérieur chez un certain nombre de Batraciens et de Sauriens, in: Bull. sc. France Belgique, Vol. 24.
1895. —, Recherches sur les affinités zoologiques de l'Hatteria punctata, in: Ann. Sc. Nat., Vol. 20.
1902. REIGHARD, J. und JENNINGS, H. S., Anatomy of the Cat, New-York.
1908. RIBBING, L., Die Innervation der Extensoren im distalen Teile der Extremitäten der Tetrapoden, in: Anat. Anz., Vol. 33.
1889. ROBINSON, A. und YOUNG. A. H., On the Anatomy of Hyaena striata, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 23.
1898. ROSENFELD, N. C., Zur vergleichenden Anatomie des Musculus tibialis posticus, in: Anat. Hefte, Vol. 11.
1888. ROTSCHUH, E., Über die Fussmuskeln der Primaten und des Menschen, Diss., München.
1878. RUGE, G., Untersuchungen über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Fusse der Säugethiere, in: Morph. Jahrb., Vol. 4.
1900. SALVI, G., La filogenesi ed resti nell' Uomo dei muscoli pronatori peroneo- tibiales, in: Monitore zool. Italiano, Vol. 11.
1844. SCHRÖDER, v. d. KOLK, J. S. C., und VROLIK, W., Recherches d'anatomie comparée sur le genre Stenops Ill. Bijdr. tot de Dierkunde.
1867. SCHULZE, F. E., Myologische Untersuchungen. I. Die Sehnenverbindung in der Planta des Menschen und der Säugethiere, in: Zeitschr. wiss. Zool., Vol. 17.

1885. SIDEBOTHAM, D. J., On the myology of the Water-Opossum, in: Proceed. zool. Soc. London.

1904. SIEGLBAUER. F., Zur Anatomie der Urodelenextremität, in: Arch. Anat. Physiol., Anat. Abt.

1890. SHUFELDT, R. W., Contributions to the anatomy of Heloderma suspectum, in: Proceed. zool. Soc. London.

1906. SOMMER, A., Das Muskelsystem des Gorilla, in: Jen. Zeitschr. Naturwiss. N. F., Vol. 35.

1846. STRAUSS-DURCKHEIM, C., Anatomie descriptive et comparative du chat.

1889. SYMINGTON, JOHNSON, Observations on the myology of the Gorilla and Schimpanze, in: Rep. 59 Meeting Brit. Assoc. Adv. Sc.

1906. TAYLOR G. und BONNEY, V., On the homology and morphology of the popliteus muscle; a contribution to comparative anatomy, in: Journ. Anat. Physiol.. Vol. 40.

1904—1905 THOMPSON, P. und HILLIER, W. T., The myology of the hind limb of the marsupial mole (Notoryctes typhlops), in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 39.

1851. VROLIK, W., Ontleedkundige opmerkingen over den Dasyurus (Sarcophilus) ursinus, in: Tijdschr. v. Wis. en nat. Wetens., IV.

1882. WATSON, M., On the muscular anatomy of Proteles as compared with that of Hyaena and Viverra, in: Proceed. zool. Soc. London.

1879. WATSON, M. und YOUNG, A. H., On the anatomy of Hyaena crocuta (Hyaena maculata), in Proceed. zool. Soc. London.

1884. WESTLING, C., Beiträge zur Kenntniss des peripherischen Nervensystems, in: Bihang Svenska Vet. Akad Handl., Vol. 9, N:o 8.

1889. —, Anatomische Untersuchungen über Echidna, in: Bihang Svenska Vet. Akad. Handl., Vol. 15, Afd. 4.

1889. WINDLE, B. C. A., Notes on the limb myology of Procyon cancrivorus and of the Ursidae in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 23.

1888. WINGE, H., Jordfundne og nulevende Gnavere (Rodentia) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien. Med Udsigt over Gnavernes inbyrdes Slægtskab, in: E. Museo Lundii, Vol. 1.

1893. a. —, Jordfundne og nulevende Flagermus (Chiroptera) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien. Med Udsigt over Flagermusenes inbyrdes Slægtskab, ibid., Vol. 2.

1893. b .—, Jordfundne og nulevende Pungdyr (Marsupialia) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien. Med Udsigt over Pungdyrenes Slægtskab, ibid., Vol. 2.

1879. YOUNG, A. H., Myology of Viverra civetta, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 14.

1882. —, The muscular anatomy of the Koala (Phascolarctus cinereus), in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 16.

Berichtigungen.

Seite 5, Zeile 11 und 12 von oben, statt: Extremitätenmuskula turden — lies: Extremitätenmuskulatur der.
» 6, Zeile 1 von oben, statt: der hintere lies: die hintere.
» » » 2 » » » der vordere » die vordere.
» 12 » 9 u. 10 » » » inseriere » inserieren.
» 15 » 11 » » » ist einen » ist ein.
» 18 unter der Figur » Reide gastrocnomius » Beide Gastrocnemii.
» 21 Zeile 19 » » » *Vanarus* » *Varanus.*
» 27 » 5 » unten » sie » sich.
» 31, Z. 14 u. 28 v. o, S. 32, Z. 4 v. o., S. 33 Z. 15 u. 16 v. o., S. 55 Z. 9 und 11 v. o. statt: des Schanfels — lies: der Schaufel.
» 32, Z. 7 v. o. statt: WINDLE — lies PARSONS.
» 32 Z. 14 v. o., S 55 Z. 8 v. o., Z. 2, 6 u. 9 v. u. statt: dem Schaufel lies: der Schaufel.
» » Anm. 2 statt: 1888 lies: 1882.
» 35 Z. 19 v. o. » 1871 » 1873.
» 36 » 18 v. u. » diesen » dieser.
» » » 4 » » S. 37. Z. 4 v. o. » 1872 » 1873.
» 37 » 2 v. o. » 1888/89 » 1890—91.
» » » 20 » » » 1872 » 1879.
» » » 4 v. u. » 1871 » 1876.
» » Anm. 2 » in » und.
» 38 Z. 1 v. o. » 1874 » 1872.
» 40 » 21 v. o. » PARSONS » WINDLE und PARSONS.
» 41 » 9 v. u. » Es » Er.
» 42 » 2 u. 3 v. o. » der in Mitte » in der Mitte.
» 42 » 3 v. u. S. 43 Z. 8 v. o. S. 60 Z. 7 v. u., S. 63 Anm. 4., S. 98 Z, 16 v. o. statt: 1866 lies: 1865 b.
» » » 2 v. u. statt: 1839 lies: 1859.
» 45 » 5 v. o. » 1866 » 1867.
» 57 » 1 » » » 1886 » 1866.
» » » 21 » » S. 97 Z. 20 v. o. » 1886 » 1887.
» » » 22 » » » von, vom » an, am.
» 60 » 11 » » » *Vesperago* » *Vesperugo.*
» 60 » 13 » » » 1879 » 1878.
» » Anm. 3 » » S. 61 Z. 14 v. o. » 1906 » 1903.
» 62 Z. 3 » » » Tibla » Tibia.
» 63 » 18 » » » 1878 » 1867 c.
» » » 16 v. u. » 1879 » 1878.
» » » 1 » » » *Ccrcocebus* » *Cercocebus.*

Seite 66 Z. 19 v. u.	statt:	Tarsalreihe	lies:	distalen Tarsalreihe.
» 69 » 15 » » S. 102, Z. 17 v. u.	»	1906	»	1907.
» 70 » 13 » »	»	II	»	2.
» » Anm. 4	»	1866	‹	1870.
» 87 Z. 7 u. 8 v. o.	»	N. interosseus	»	R. medianus.
» » Anm.	»	interossens	»	interosseus.
» 90 » 19 v. o.	»	weiter	»	weiter distal.
» 96 Anm. 2 » »	»	1868	»	1865.
» 101 Z. 18 v. u.	»	Carnvioren	»	Carnivoren.
» 102 » 1 v. o.	»	1886	»	1866.
» 102 » 15 v. o.	»	1876	»	1865.
» » » 4 v. u.	»	1862	»	1872 b.
» » Anm. 1	»	1896	»	1826.
» 106 Z. 17 » »	»	gebrennt	»	getrennt.
» » » 4 » »	»	2	»	2)
» 109 » 16 v. o.	»	Anspruch	»	in Anspruch.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 5. Nr 6.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 20. Nr 6.

UNDERSÖKNING

AV

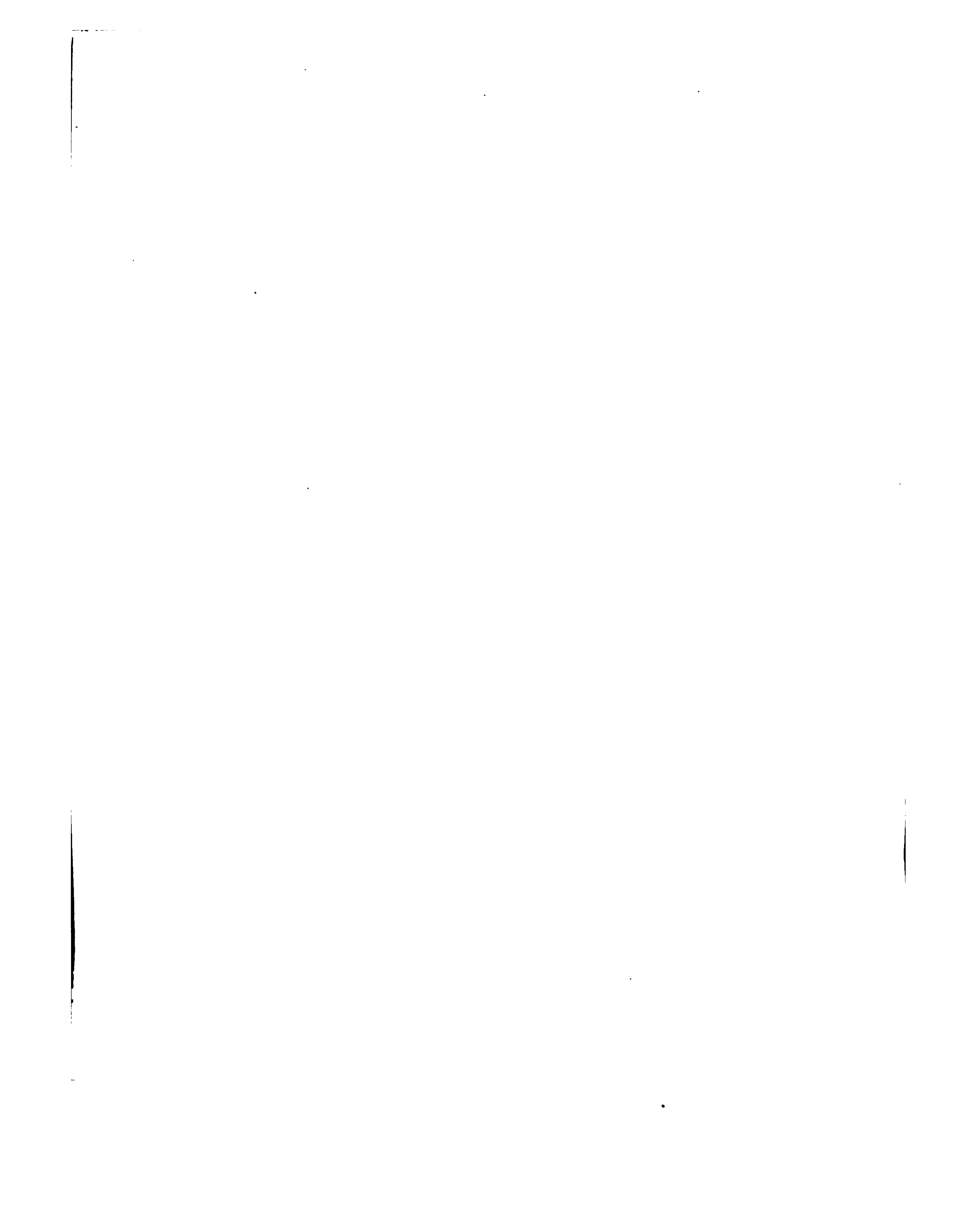
TENN-SILVERLEGERINGARNAS ELEKTRISKA EGENSKAPER

TERMOELEKTRISK KRAFT OCH LEDNINGSMOTSTÅNDETS TEMPERATURKOEFFICIENT

AV

EDVARD BJÖRNSSON

LUND 1909
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI



INNEHÅLLSFORTECKNING.

Rättelse:

I formel 2 sid. 16 bör q ersättas med $q \cdot 10^{-2}$.

Inledning.

Äldre undersökningar av fysikaliska konstanter för metallegeringar äro med få undantag knappast användbara för mera ingående teoretiska undersökningar, ofta på grund av ofullkomliga mätningsmetoder och instrument, men framför allt därför att kännedomen om legeringarnas kemiska konstitution till för kort tid sedan varit så ringa, att man saknat ledande synpunkter för systematiskt arbete på detta område.

Sedan den termiska och mikroskopiska analysen av de flesta binära legeringar nu blivit genomförd, huvudsakligen av Tammann och hans lärjungar, har man emellertid i detta avseende fått ökade möjligheter. Systematiska mätningar av legeringarnas fysikaliska egenskaper synas å ena sidan kunna lämna viktiga hjälpmedel till utredandet av sådana konstitutionsfrågor, vilka ej kunna med den termiska analysen enbart lösas, och å andra sidan bör man genom studiet av legeringar kunna få betydelsefulla bidrag till kännedomen om metallernas fysik. Särskilt för lösningen av frågan om det inre förloppet vid elektricitetens ledning genom fasta kroppar synas dylika undersökningar vara av värde. Då det enligt Wiedemann-Franz's lag tyckes finnas ett nära sammanhang mellan metallernas termiska och elektriska egenskaper, ligger det nära till hands att börja med en undersökning av sådana egenskaper, vid vilka detta sammanhang kan väntas framträda, och detta så mycket mera som tekniken beträffande dylika mätningar redan nått en tämligen hög grad av fullkomning.

På härvarande Fysiska Institution har jag för tenn-silverlegeringar uppmätt dels den termoelektriska kraften, dels det elektriska ledningsmotståndets ändring med temperaturen. Tidigare mätningar av dessa storheter föreligga icke, om man undantager Matthiessen och Vogts [1]) bestämning av ledningsmotståndets temperaturkoefficient för två legeringar med resp. 3,48 och 24,49 vol.-% silver. Enligt avsvalningsmetoden hava dessa legeringar undersökts av Heycock och Neville [2]) samt mera ingående av Petrenko [3]). Deras elektrokemiska egenskaper hava studerats av

[1]) Matthiessen u. Vogt: Pogg. Ann. *122*, 30 (1864).

[2]) Heycock a. Neville: Phil. Trans. A. *189*, 58 (1897).

[3]) Petrenko: Zschr. f. anorg. Ch. *53*, 200 (1907).

Herschkowitsch [1]) och senare av Puschin [2]), som därvid delvis kommit till ett annat, mera sannolikt resultat än Herschkowitsch. Slutligen har Matthiessen [3]) bestämt deras specifika vikt, och dennes värden hava teoretiskt bearbetats av Maey [4]). För resultaten av Petrenkos, Puschins och Maeys arbeten skall redogöras i sammanhang med diskussionen av mina egna mätningar.

Termoelektriska mätningar för fullständiga legeringsserier finnas endast sparsamt: Englisch [5]) har undersökt Cu—Ni-legeringarna, Reichardt [6]) Cu—Co-legeringarna, Pinczower [7]) Cu—Zn-legeringarna, Pécheux [8]) åtskilliga Al-legeringar, Coos [9]) Sn—Sb-legeringarna samt Spadavecchia [10]), i sammanhang med en undersökning av det magnetiska fältets inverkan på termoelektriska kraften, Bi—Sn-legeringarna. Av dessa hava endast de fyra först nämnda diskuterat sammanhanget mellan den termoelektriska kraften och den kemiska konstitutionen. För termoelektriska arbeten i allmänhet kan beträffande litteratur hänvisas till Chwolson [11]).

Med avseende på ledningsmotståndets temperaturkoefficient är det endast vissa tekniskt brukbara legeringar, vilka varit föremål för undersökningar, såsom mässing, binära legeringar mellan koppar, silver och guld, de till motståndstråd använda mangan- och nickel-legeringarna samt slutligen de termometriskt betydelsefulla platinalegeringarna. I Guertlers [12]) arbete: »Über die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen. II. Der Zusammenhang zwischen der Konstitution und dem Temperaturkoeffizienten der Leitfähigkeit» finnes för legeringar en fullständig litteraturförteckning, vilken sträcker sig till slutet av år 1906. Sedan Guertlers arbete publicerades, har Stepanow [13]) undersökt ledningsmotståndet och dess temperaturkoefficient för Pb—Mg-legeringar.

Slutligen bör här nämnas, att Puschin och Maksimenko [14]) helt nyligen offentliggjort en undersökning av ledningsmotståndet, dettas temperaturkoefficient samt termoelektriska kraften för Zn—Ag-legeringarna. Detta arbete har emellertid varit för mig tillgängligt endast i form av ett referat i Chem. Zentralblatt.

För nästan alla rena metaller och ännu mera för legeringar visa sig samtliga fysikaliska egenskaper vara beroende icke blott av den kemiska sammansättningen, utan också av den mekaniska och termiska behandling, för vilken de varit utsatta.

---

[1]) HERSCHKOWITSCH: Zschr. f. physik. Ch. *27*, 123 (1898).
[2]) PUSCHIN: [Journ. Russ. chem. Ges. 1907.] Zschr. f. anorg. Ch. *56*, 1 (1908).
[3]) MATTHIESSEN: Pogg. Ann. *110*, 30 (1860).
[4]) MAEY: Zschr. f. physik. Ch. *38*, 292 (1901).
[5]) ENGLISCH: Wied. Ann. N. F. *50*, 88 (1893).
[6]) REICHARDT: Ann. d. Ph. (4) *6*, 832 (1901).
[7]) PINCZOWER: Mitt. d. physik. Ges. Zürich *1*, 24 (1901).
[8]) PÉCHEUX: C. R. *139*, 1202 (1904).
[9]) COOS: Unders. af Termoel. kr., Disp. Lund 1907.
[10]) SPADAVECCHIA: Il nuovo Cimento (4) *9*, 432 (1899).
[11]) CHWOLSSON: Lehrb. d. Phys. IV: 1, 741. Braunschweig 1908.
[12]) GUERTLER: Zschr. f. anorg. Ch. *54*, 58 (1907).
[13]) STEPANOW: Zschr. f. anorg. Ch. *60*, 209 (1908).
[14]) PUSCHIN u. MAKSIMENKO: [Journ. Russ. Phys.-Chem. Ges. *41*, 500] Chem. Zentralblatt 1909, bd 2, 1 sept.

Vid mätning av här ifrågakommande elektriska storheter har det i samtliga nu uppräknade arbeten, möjligen med undantag av det sistnämnda, ägnats antingen en mycket flyktig eller alls ingen uppmärksamhet åt denna omständighet. Detta gör, att de i dem förekommande talvärdena i regel endast kunna användas för inbördes jämförelse, åtminstone i de fall där ej mera än en egenskap undersökts på samma material. Då silver hör till de metaller, vilka visa dylik efterverkan i hög grad, har jag ansett det nödvändigt att utföra en särskild undersökning härå.

För legeringarna har jag tagit hänsyn till detta förhållande på det sättet, att jag, då det varit möjligt, utfört mätningar på material med så olika mekanisk och termisk förhistoria som möjligt i syfte att på detta sätt få gränsvärden för de storheter, jag uppmätt.

För min undersökning har jag valt tenn-silverlegeringarna dels därför, att det inom denna serie förekommer enkla exempel på de olika typerna av legeringar: mekaniska blandningar, kemiska föreningar och fasta lösningar, dels därför att jag ansåg mig kunna vänta, att de skulle visa sig lätta att skydda mot oxidation samt vara lätta att mekaniskt bearbeta. I detta sistnämnda avseende hava mina förhoppningar emellertid icke visat sig välgrundade, och det är av denna anledning, som jag uppgivit min ursprungliga föresats att mäta även deras specifika ledningsmotstånd.

Som Guertler visat och Stepanow samt Puschin och Maksimenko senare bekräftat, råder emellertid för alla hittills undersökta legeringar en väl utpräglad analogi emellan specifika ledningsmotståndet och dess temperaturkoefficient, varför man ur värdena på den senare kan draga slutsatser beträffande det förra.

Många mätningar av här ifrågavarande slag särskilt beträffande det elektriska ledningsmotståndet äro utförda för ett enda temperaturintervall, ofta godtyckligt valt. Då å ena sidan detta omöjliggör jämförelse mellan olika författares talvärden och å andra sidan en undersökning vid olika intervall synts mig kunna i och för sig giva resultat av intresse, har jag med få undantag undersökt termoelektriska kraften för tre temperaturintervall 0—50, 0—100 och 0—150° C. samt ledningsmotståndet vid temperaturerna 0, 50, 100 och 150° C.

Undersökningsmetoder.

I. Metod att mäta små elektromotoriska krafter.

Vid uppmätning av termoelektriska krafter är det, frånsett felkällorna, temperaturbestämningen, som vållar de största svårigheterna. Antager man, att det är möjligt att hålla temperaturen hos lödställena konstant och uppmäta densamma med en relativ noggrannhet av 0,05° C., betyder detta för ett temperaturintervall av 100° C. en noggrannhet av 0,1 %. För högre temperaturintervall blir den relativa noggrannheten näppeligen större, då svårigheten att tillförlitligt mäta temperaturen växer mycket snabbt ju högre man kommer. De elektriska mätningarna böra därför drivas till en noggrannhet av minst 0,05 % under förutsättning, att den termoelektriska kraft, som skall mätas, är så väl definierad, att denna grad av noggrannhet har något ändamål. Vid mina mätningar av termoelektriska krafter har jag använt en modifierad kompensationsmetod, vilken är närbesläktad med den bekanta Ostwald'ska [1]).

De felkällor, med vilka man har att räkna vid uppmätandet av små elektromotoriska krafter, äro följande:

1. Kontaktelektromotoriska krafter;
2. Främmande termoelektriska krafter;
3. Fel vid bestämningen av strömstyrkan i potentialfallstråden;
4. Fel vid bestämningen av det totala motståndet i densamma;
5. Kaliberfel;
6. Variationer i motstånden hos de i ledningen ingående trådarna på grund av ändringar i rumstemperaturen;
7. Inställnings- och indexfel.

---

[1]) OSTWALD u. LUTHER: Hand- und Hülfsbuch 369. Leipzig 1902.

a. Försöksanordning.

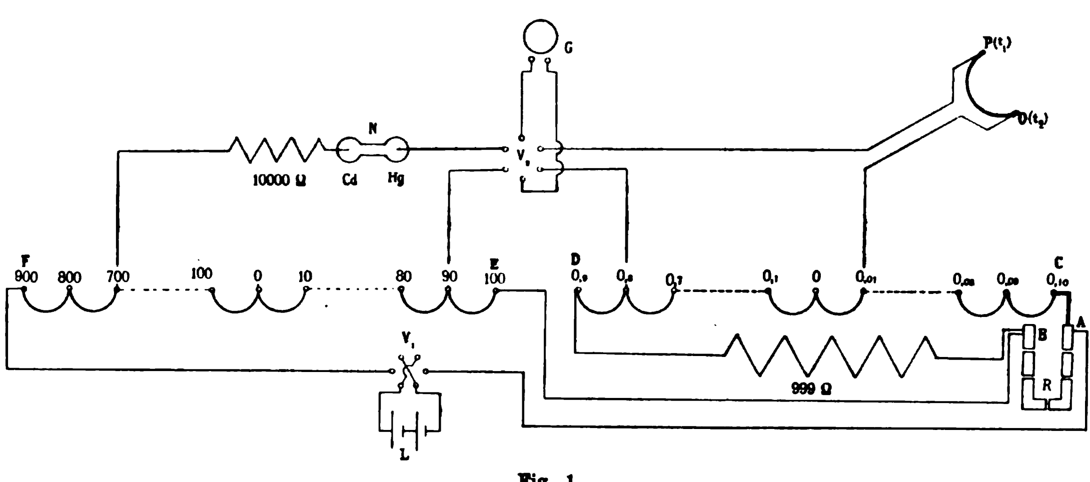


Fig. 1.

Fig. 1 ger en schematisk bild av den försöksanordning, jag använt för att reducera dessa fel till ett minimum. Från ett batteri av två seriekopplade Leclanché-element L går strömmen genom en vippa V_1 till punkten A, där huvudledningen grenar sig mellan å ena sidan reostaten R (1000 ohm) och å andra sidan ledningen $ACDB$. Denna består dels av en koppartråd CD med ett motstånd av ungefär 1 ohm och dels ett manganinmotstånd DB av ungefär 999 ohms motstånd, så avmätt, att totala motståndet i denna gren $ACDB$ vid 21° C. blir 1000 ohm. Det i figuren antydda sättet för koppartrådens anordning skall längre fram närmare beskrivas. Från B går huvudledningen över E genom en dekadisk motståndssats EF på 1000 ohm (korrektioner < 0,01 %). Är proppen vid R urtagen, går hela strömmen genom CD. Strömstyrkan blir då ungefär 1 milliampère och potentialfallet i CD 1 millivolt. Mindre potentialfall i CD erhåller man genom att låta huvudströmmen grena sig mellan ledningen $ACDB$ och ett godtyckligt motstånd från reostaten R. I det följande har jag använt såsom shunt 50, 100, 200 etc. upp till 800 ohm. Såsom figuren visar, kompenserar man termoelementets (PO) EMK medelst potentialfallet utefter CD. Strömstyrkan i huvudledningen uppmätes på det sättet, att man medelst potentialfallet längs EF kompenserar ett normalelement N (Westonelement). På detta sätt kan man utan svårighet mäta strömstyrkan med en noggrannhet av 0,01 %, och, såsom jag i det följande genom exempel skall visa, kan man genom systematisk uppmätning av strömstyrkan med regelbundna tidsintervall eliminera eventuella fel från små ändringar i strömmens styrka.

För att fastställa kompensationen, kan man med omkastaren V_2 koppla in i normalelementets resp. termoelementets (PO) strömkrets en spegelgalvanometer efter Deprez-d'Arsonval med tvålindad spole. Användes den kortaste lindningen (40 varv, 4 ohm), erhålles ett utslag av 1 mm. för en ström av $1{,}8 \cdot 10^{-8}$ amp. vid 2 m:s

skalavstånd. För att nedsätta galvanometerns dämpning till lämplig storlek har jag i galvanometerledningen infört ett motstånd av ungefär 5 ohm. Skattas motståndet i ett termoelement till 1 ohm, har man således inalles i strömkretsen c:a 10 ohm, och ett utslag av 1 mm. motsvarar således en potentialskillnad av $1{,}8 \cdot 10^{-7}$ volt. Med skattning av tiondedels mm. kan således en potentialskillnad av c:a $2 \cdot 10^{-8}$ volt konstateras. Uppgår således en termoelektrisk kraft till 20 mikrovolt, kan den mätas med en relativ noggrannhet av 0,1 %. Genom kortslutning av den längre lindningen (40 ohm) kan galvanometern dämpas vid nollpunktsbestämning o. d. Galvanometern, som varit skyddad mot värmestrålning, har vid torr väderlek och någorlunda jämn rumstemperatur visat sig tillfredsställande och haft mycket små nollpunktsändringar.

Betecknas strömstyrkan i huvudledningen med S, i grenen $ACDB$ med s, EMK för normalelementet med N och den sökta elektromotoriska kraften med P, de motstånd, som behövas för kompensation i EF och CD med resp. M och m, samt totala motståndet i grenarne ARB och $ACDB$ med R och r, fås följande ekvationer

$$S = \frac{N}{M};\; s = \frac{P}{m};\; s = S \cdot \frac{R}{r + R}, \text{ varur fås}$$

$$P = \frac{m}{M} \cdot \frac{RN}{r + R}. \tag{1}$$

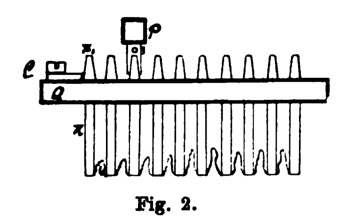


Fig. 2.

Av fig. 2 synes, huru potentialfallstråden CD är anordnad. I en ebonitplatta Q äro inskruvade 20 st. kopparpinnar av 4 mm:s tjocklek och 8 cm:s längd. Den del av en kopparpinne K, som ligger ovanför ebonitplattan, är koniskt avsvarvad. Mellan de nedre ändarna äro koppartrådar l fastlödda. Dessa ha ett motstånd av ungefär 0,1 resp. 0,01 ohm vardera, såsom synes av fig. 1. Pinnarne äro anordnade i två rader med 10 i varje, på det sätt som fig. 3 visar. C och D äro två klämskruvar av koppar, som genom två 1 mm. tjocka kopparbleck stå i ledande förbindelse med resp. första och sista kopparpinnen. Kontakt mellan en ledningstråd och någon av kontaktkonerna erhålles med hjälp av ett par proppar av koppar. En sådan propp P är nedtill försedd med en konisk borrning, som passar noggrant till en av konerna, och upptill med en klämskruv samt ett handtag av ebonit. Detta senare skyddar proppen för uppvärmning från handen vid omflyttningar. Hela anordningen är således densamma som vid en vanlig dekadisk motståndssats, blott med den skillnaden att alla metalldelar här utgöras av koppar. Ebonitplattan bildar locket i en mahognylåda, som skyddar koppartråden mot hastigare temperaturvariationer. För att mäta temperaturen inne i lådan har man en termometer inskjuten genom ett hål i lådans ena gavel.

Enär motståndet i dessa koppartrådar (l) är så litet, är det svårt att direkt avlika dem med någon större noggrannhet. Det visade sig, att de »skadliga mot-

stånden» i tilledningstrådarne spelade en alltför stor roll härför. I stället uppmättes motståndet i en viss längd av den koppartråd, som skulle användas, och härur beräknades de längder, som enligt denna mätning skulle innehålla just 0,1 eller 0,01 ohm, varefter dessa trådlängder så noggrannt som möjligt avklipptes och fastlöddes. Härvid uppstå naturligtvis fel såväl i totala motståndet som i förhållandet mellan de olika delarne inbördes. Det senare förorsakas väsentligen av svårigheten att löda exakt. I den motståndssats, jag förfärdigat, är det totala motståndet ej mer än 0,88 ohm, således rätt mycket mindre än 1 ohm. Detta beror på ett fel, sannolikt på grund av övergångsmotstånd, vid den första mätningen. Emellertid har detta ingen principiell betydelse, och det försvårar ej heller avsevärt den numeriska behandlingen av försöksresultaten.

b. Bestämning av motståndssatsens absoluta motstånd.

Potentialfallstrådens absoluta motstånd uppmättes i en brygganordning av det utseende fig. 3 visar. *MRL* är en vanlig proppreostat (på inalles 1000 ohm). *CD* är potentialfallstråden och Ω är ett normalohm. Medelst korta och tjocka kopparledningar samt två skålar med kvicksilver Hg_1 och Hg_2 äro dessa inbördes förbundna på det sätt fig. antyder. Ändarne av de ledningar, som sluta i kvicksilvret, äro omsorgsfullt amalgamerade. Strömmen från ett galvaniskt element (E) släppes in vid R och tages ut vid P_2 (en av kontaktpropparne till potentialfallstråden). Galvanometerledningen är inkopplad mellan Hg_1 och P_1. I detta fall utgöras sålunda grenarne i den Wheatstone'ska brygganordningen av $h_1D : DC : CLR : Rh_1$. Genom att variera motståndet i de båda grenarne av reostaten kan man, på 0,1 ohm när, finna det motstånd, som gör galvanometern strömlös, och medelst interpolation ur galvanometerutslagen kan man beräkna detta på 0,01 a 0,001 ohm. Motståndet i kopparledningarna Mh_1 och LC kan försummas vid sidan av de motstånd, som ingå i reostatgrenarne, enär dessa äro av storhetsordningen 100 ohm. Motståndet i ledningen Dh_2, vilket på fig. betecknas med x, måste däremot uppmätas. Motståndet i koppartråden betecknas med m_t. Vid den koppling, fig. anger, är motståndet i grenen $h_1D = 1 + x$ ohm och i $CD = m_t$ ohm, och man mäter sålunda i detta fall förhållandet $\frac{1+x}{m_t}$. Förbinder man däremot S_1 med h_2 i stället för med P_2, fås på samma sätt värdet av förhållandet $\frac{1}{m_t + x}$, och ur dessa båda värden beräknas m_t och x var för sig. För att eliminera eventuella fel i

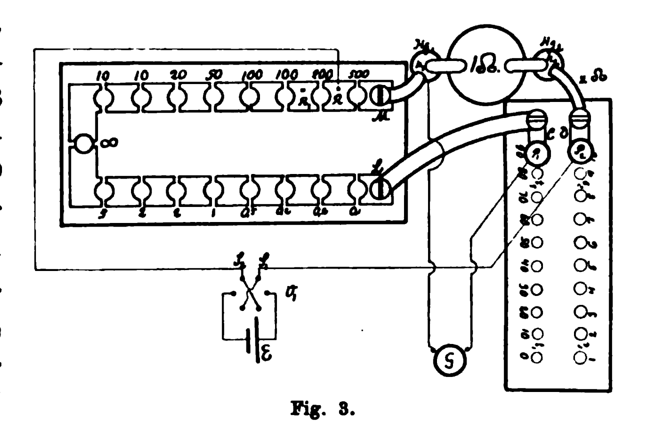


Fig. 3.

reostaten omkastas de båda grenarne av denna på vanligt sätt. Då motståndet m_t i CD är beroende av temperaturen, är det nödvändigt att utföra mätningen vid ett tillfälle, då rumstemperaturen håller sig konstant inom 0,1 à 0,2° under den tid, som behöves för att utföra en hel mätningsserie. Detta visar sig vara fallet mellan 6—9 e. m. under sommaren, särskilt vid mulet väder. Hg_1 och Hg_2 giva vid uppvärmning anledning till termoströmmar och måste skyddas mot värmestrålning genom pappershuvar. Vid omkastning av strömriktningen med vippan V_1 märker man genast, om sådana finnas, på den bristande symmetrien i galvanometerutslagen, och man får i sådant fall vänta, tills temperaturen hunnit jämna ut sig. Alla omkastningar av vippan eller omkopplingar göras med regelbundna tidsmellanrum för att eliminera nollpunktsförskjutningar. Nollpunkten observeras efter varje avläsning.

Temperaturen är uppmätt med en Einschmelztermometer (Fuess 27600 : — 7 $\sim$ + 52) utan korrektion upptill 30°.

I Tab. 1 här nedan anföres som exempel en fullständig mätningsserie. Då nollpunkten ej vandrat avsevärt under tiden, äro sådana observationer ej anförda. För temperaturkorrektionen redogöres längre fram.

Tab. 1. *11 juli 1908.*

temp.	$h_1 h_2$	$h_2 DC$	$h_1 R_1$	CLR_1	Galv.-utsl.	Med.
21,2°	1 ohm	$m_t + x$	200	172,7	+ 0,73 — 0,33	0,53
	»	»	»	172,8	+ 0,18 + 0,22	0,02
	$h_1 D$	DC				
21,2°	$1 + x$	m_t	200	172,6	+ 0,81 — 0,40	0,61
	»	»	»	172,8	— 0,36 + 0,80	0,58
	$h_1 h_2$	$h_2 DC$				
21,2°	1	$m_t + x$	200	172,7	+ 0,64 — 0,23	0,44
	»	»	»	172,8	+ 0,08 + 0,30	0,11

$$\frac{1}{m_t + x} = \frac{200}{172{,}783} \quad m_t + x = 0{,}86392$$

$$\frac{1 + x}{m_t} = \frac{200}{172{,}70} \quad m_t - 0{,}864\, x = 0{,}86350$$

$$x = 0{,}00027;\; m_t = 0{,}86365. \quad (21{,}2^0).$$

Reostaten lades om.

temp.	$h_2 DC$	$h_1 h_2$	$h_1 R_1$	CLR_1	Galv.-utsl.	Med.
21,3°	$m_t + x$	1	200	231,4	— 0,62 + 0,44	0,53
	»	»	»	231,6	+ 0,21 — 0,38	0,29
	»	»	»	231,4	— 0,62 + 0,51	0,56
	DC	$h_1 D$				
21,8°	m_t	$1 + x$	200	231,6	— 0,19 + 0,20	0,19
	»	»	»	231,8	+ 0,64 — 0,60	0,62
	»	»	»	231,6	— 0,22 + 0,29	0,25

$$\frac{m_t + x}{1} = \frac{200}{231{,}53} \quad m_t + x = 0{,}86382$$

$$\frac{m_\cdot}{1 + x} = \frac{200}{231{,}65} \quad m_t - 0{,}864\, x = 0{,}86388$$

$$x = 0{,}00022;\; m_t = 0{,}86360. \quad (21{,}3^0).$$

$$21{,}2^0 \begin{cases} (m_t)_1 = 0{,}86365; \\ (m_t)_2 = 0{,}86328; \text{ (reducerat till } 21{,}2^0) \end{cases}$$

Medelvärde = 0,86347 ohm.

Vid 21,2° C. är således motståndssatsens totala motstånd 0,86347 ohm. Normalohmet antages vara utan korrektion.

Med samma anordning av bryggan, d. v. s. utan omläggning, äro följande mätningar gjorda vid olika temperatur.

Nr.	datum	temp.	m_t obs.	m_t ber.
1	17 nov. 1907	14,9°	(0,8439)	0,8438
2	10 juli 1908	19,2°	0,8570	0,8574
3	» » »	19,4°	0,8580	0,8580
4	» » »	20,2°	0,8605	0,8605
5	11 juli 1908	21,0°	0,8630	
6	» » »	21,2°	0,8637	0,8636

$m_t = m_{21} + \alpha\,(t - 21)$;
$\alpha = 0,00323$.

c. Temperaturkoefficient.

Ur tabellen här ovan kan man beräkna temperaturkoefficienten för trådens motstånd. I denna tabell är värdet n:r 6 detsamma som värdet $(m_t)_1$ i Tab. 1. Vid beräkningen av α, motståndssatsens absoluta temperaturkoefficient, har jag gått ut från värdet n:r 5, $m_{21} = 0,8630$, enär denna bestämning är gjord under synnerligen gynnsamma omständigheter. Temperaturen i arbetsrummet höll sig under 2 timmar konstant vid 21,0, och galvanometerns nollpunkt visade inga förflyttningar. Det obs. värdet n:r 1 har ej medtagits vid beräkningen av α, enär denna mätning utfördes omedelbart efter motståndssatsens förfärdigande, varför ändringar i det totala motståndet på grund av termisk eller mekanisk efterverkan ej kunna anses uteslutna. Det ber värdet 0,8433 är sålunda erhållet genom en mycket stark extrapolation. Av dessa skäl bör den ringa överensstämmelsen här ej tillmätas någon betydelse.

Ur temperaturkoefficienten α (hänförd till 21,0°) kan den relativa a (hänförd till 0°) beräknas ur följande ekvationer:

$$\left.\begin{aligned} m_0(1 + 21a) &= 0,8630\;; \\ m_0 a &= 0,00323; \end{aligned}\right\} a = 0,00405.$$

Detta värde överensstämmer med det vanligen angivna värdet för teknisk koppar. Ur värdet α beräknades nu det totala motståndet för de temperaturer, som kunna komma i fråga, och dessa infördes i en tabell.

d. Kalibrering av motståndssatsen.

I det följande betecknar jag, såsom i fig. 4, tiotalsmotstånden med t_9, t_8 .... t_1; summan av alla enhetsmotstånden med t_0 och dessa var för sig med e_1, e_2 .... e_{10}. Det inbördes förhållandet mellan dessa motstånd bestämdes i en för-

söksanordning av det utseende fig. 4 visar. Strömmen från ett galvaniskt element (E) passerar från en kvicksilvervippa V_1 genom motståndssatsen CD och därefter genom proppreostaten ML, vilken bl. a. innehåller ett motstånd på 0,1 ohm mellan punkterna P_4 och P_3. Detta motstånd betecknas med N (oberoende av temp.). Medelst omkastaren V_2, som är helt och hållet av koppar, kan galvanometerledningen från G sättas i förbindelse antingen med en ledning från potentialfallstrådens proppkontakter (i fig. anbrakta på konerna 70 och 80), eller med punkterna P_3 och P_4 på ömse sidor om motståndet N. I förra fallet är det således potentialfallet längs

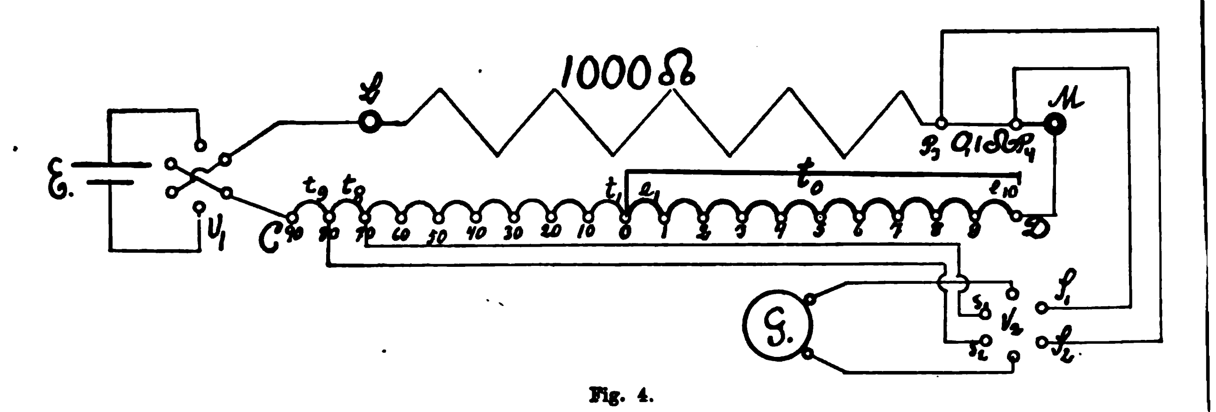


Fig. 4.

motståndet t_8, i andra fallet längs N, som skickar ström genom galvanometern. Med ballastmotstånd i galvanometerledningen bringas utslagen till lämplig storlek, här ungefär 10 cm. Kalla strömstyrkan i huvudledningen för s, motståndet i galvanometerledningen för g, och utslagen för u_i resp. U, så fås

$$\left.\begin{aligned} \frac{s \cdot t_i}{g} &= u_i \\ \frac{s \cdot N}{g} &= U \end{aligned}\right\} \quad \frac{t_i}{N} = \frac{u_i}{U}$$

En mätningsserie utfördes nu på det sättet, att de olika t_i successivt fingo skicka ström genom galvanometern. För att kontrollera, att strömmen i huvudledningen höll sig konstant, eller korrigera för ändringarna, inkopplades ständigt motståndet N mellan två successiva t-värden. Mellan varje avläsning bestämdes galvanometerns nollpunkt, och för varje motstånd användes ström i positiv och negativ riktning (betecknad med + eller —) för att konstatera eventuella främmande potentialdifferenser.

Följande tabell visar, huru en fullständig mätningsserie är utförd:

temp.	kl.	motst.	strömriktn.	u	0-pt. ber.
	5^t 26′		0	— 0,20	
	26,5	N	—	— 10,78	— 0,18
21,4°	27	N	+	+ 10,88	
	28		0	— 0,20	
	28,5	t_9	—	— 9,82	— 0,21
	29	t_9	+	+ 8,90	
	30		0	— 0,19	
	30,5	N	—	— 10,71	— 0,17
	31	N	+	+ 10,87	
	32		0	— 0,20	
21,5	32,5	t_8	—	— 9,89	

I Tab. 2 är mätningsserien fullständigt anförd. Då det visar sig, att nollpunktsförskjutningarna hela tiden ligga inom observationsfelens gränser, har ingen hänsyn tagits till dem, och de äro ej angivna i tabellen. I stället för medelvärdet för två på varandra följande avläsningar för N är summan av dem använd som mått på strömstyrkan. Kvoten $\frac{E(t_i)}{E(N') + E(N'')}$ blir sålunda enligt formeln på föregående sida ett relativt mått på motståndet t_i. Kolumnen p innehåller medeltalen av de båda värden, som erhållas på denna storhet ur de båda avläsningar, som göras för ett visst motstånd t_i. För bättre översikts skull äro dessa i Tab. 2 införda på samma rad mitt emot varandra. Talen i kolumnen K erhållas ur motsvarande i p genom multiplikation med faktorn $\frac{10}{m[p]}$, varigenom summan av dem alla blir 99,998. Talen i K betyda således motstånden i t_i, uttryckta i hundradedelar av hela motståndssatsens absoluta motstånd. Beträffande temperaturkorrektionen hänvisas till anm. under Tab. 2.

Enhetsmotstånden korrigeras på alldeles samma sätt som tiotalen, blott med den skillnaden, att motståndet N (0,1 ohm) utbytes mot ett annat n (c:a 0,01 ohm). Detta utgjordes av 10 stycken 4 cm. långa manganintrådar (2,5 ohm pr meter), som voro fastlödda parallellt med varandra mellan två tjocka kopparbleck. Resultaten finnas angivna i Tab. 3, vilken är uppställd på alldeles samma sätt som Tab. 2, blott med den skillnaden, att talen i kolumnen k fås ur motsvarande p-värden genom multiplikation med faktorn $\frac{1{,}0054}{m[p_i]}$; faktorn 1,0054 användes för att göra summan av alla $e_i = 10{,}054$ d. v. s. lika med t_0 (se Tab. 2).

Slutligen har Tab. 4 beräknats ur Tabb. 2 och 3 på det sättet, att talen k_i och K_i adderats till varandra. Denna tabell anger direkt motståndet mellan två godtyckliga kontaktkoner på CD i hundradedelar av hela motståndet. För att finna motståndet mellan t. ex. kontaktkonerna 60 och 7 går man in i kolumnen 60 och raden 7 och finner så det sökta motståndet vara 66,891, uttryckt i hundradedelar

Tab. 2. *Korrektioner till tiotalsmotstånden i den dekadiska motståndssatsen.*

e. m. kl.	temp.	motst.	rött (Galv.-utsl.)	svart (Galv.-utsl.)	E_1	(1) $\frac{E(t_i)}{E(N')+E(N'')}$	$\frac{(1)+(2)}{2}$ p	Δ	K	(2) $\frac{E(t_i)}{E(N')+E(N'')}$	E_2	svart (Galv.-utsl.)	rött (Galv.-utsl.)	motst.	temp.	kl.
6ᵗ 27′	21,4°	N	10,73	10,38	21,11						20,80	10,28	10,57	N		7ᵗ 47
29		t_9	9,32	8,90	18,22	43250	43248	− 19	9,994	43245	17,99	8,80	9,19	t_9		45
31		N	10,71	10,37	21,08						20,80	10,27	10,57	N	21,9°	43
33	21,5	t_8	9,39	9,00	18,39	43719	43682	+ 415	10,096	43644	18,16	8,89	9,27	t_8		41
35		N	10,69	10,35	21,04						20,81	10,23	10,58	N		39
37		t_7	9,30	8,91	18,21	43339	43312	+ 45	10,011	43285	18,02	8,83	9,19	t_7		37
39		N	10,65	10,38	21,03						20,82	10,25	10,57	N		35
41	21,5	t_6	9,26	8,92	18,18	43320	43305	+ 38	10,009	43289	18,03	8,84	9,19	t_6		33
43		N	10,62	10,36	20,98						20,88	10,26	10,57	N		31
45		t_5	9,18	8,85	18,03	43070	43006	− 261	9,989	42943	17,89	8,78	9,11	t_5		29
47	21,6	N	10,60	10,82	20,92						20,83	10,28	10,55	N	21,9	27
49		t_4	9,14	8,85	17,99	43039	43027	− 240	9,944	43015	17,92	8,80	9,12	t_4		25
51		N	10,58	10,33	20,91						20,83	10,27	10,56	N		23
53		t_3	9,30	9,01	18,31	43809	43825	+ 558	10,128	43841	18,26	8,97	9,29	t_3	21,9	21
55		N	10,59	10,32	20,91						20,82	10,28	10,54	N		19
57	21,7	t_2	9,06	8,78	17,84	42698	42669	− 598	9,862	42640	17,76	8,73	9,03	t_2		17
59		N	10,58	10,31	20,89						20,83	10,29	10,54	N		15
7ᵗ 1		t_1	9,15	8,85	18,00	43137	43100	− 167	9,961	43063	17,94	8,82	9,12	t_1		13
3	21,8	N	10,55	10,30	20,85						20,83	10,29	10,54	N	21,8	11
5		t_0	9,21	8,92	18,13	43503	43499	+ 232	10,054	43495	18,12	8,92	9,20	t_0		9
7		N	10,54	10,29	20,83						20,83	10,29	10,54	N		7
						M = 43267			99,998							

Tiotalsmotstånden i den dekadiska motståndssatsen äro betecknade med $t_1, t_2 \ldots t_9$;
t_0 betyder summan av alla enhetsmotstånden. $t_0 = e_1 + e_2 + \ldots . e_{10}$.
N » ett manganinmotstånd på 0,1 ohm.
Värdena i kolumnen (1) äro korrigerade för temperaturens stegring från 21,4° till 21,8° under antagande av temp.-koeff. 0,004.
K_i anger värdet av t_i, uttryckt i hundradedelar av det totala motståndet.
k_i anger värdet av e_i, uttryckt i hundradedelar av det totala motståndet.

---

av totala motståndet. För att underlätta interpolationen har jag i kolumnen Δ (Tab. 4) infört differenserna mellan de olika raderna. Dessa äro samma tal, som finnas i kolumnen k. För de flesta fall räcker det att antaga differensen lika med 1. Korrektionerna äro, såsom framgår av Tabb. 2 och 3, säkra på mindre än en enhet i näst sista siffran. Denna tabell gäller naturligtvis oberoende av temperaturen.

Uppmätningen av motståndet i ledningen BD (fig. 1) utfördes på vanligt sätt med en Wheatstone's brygganordning och gav som medelvärde 999,39 ohm. Härur beräknas $r = 999{,}39 + 0{,}86 = 1000{,}25$ ohm.

Tab. 3. *Korrektioner till enhetsmotstånden i den dekadiska motståndssatsen.*

e. m. kl.	temp.	motst.	svart Galv.-utsl.	rött Galv.-utsl.	E_1	(1) $\frac{E(e_i)}{E(n')+E(n'')}$	$\frac{(1)+(2)}{2}$ p	Δ	k $\frac{p}{5654}\cdot 1{,}0054$	(2) $\frac{E(e_i)}{E(n')+E(n'')}$	E_2	rött Galv.-utsl.	svart Galv.-utsl.	motst.	temp.	kl.
8t 1′		n	6,61	7,01	13,62						13,60	6,72	6,88	n		9t 21′
2	21,5°	e_1	7,70	7,78	15,48	5675	5672	+ 18	1,0086	5669	15,42	7,62	7,80	e_1		19
3		n	6,68	6,97	13,65						13,60	6,72	6,88	n		17
4		e_2	7,68	7,72	15,40	5640	5638	— 16	1,0026	5636	15,34	7,58	7,76	e_2		15
9		n	6,72	6,93	13,65						13,61	6,73	6,88	n	21,3°	13
11		e_3	7,72	7,76	15,48	5645	5653	— 01	1,0052	5661	15,41	7,62	7,79	e_3		11
13	21,5	n	6,73	6,91	13,64						13,61	6,74	6,87	n		9
15		e_4	7,80	7,81	15,61	5715	5716	+ 62	1,0163	5716	15,57	7,70	7,87	e_4		7
17		n	6,77	6,90	13,67						13,63	6,76	6,87	n		5
19	21,4	e_5	7,73	7,76	15,49	5666	5662	+ 08	1,0068	5659	15,43	7,64	7,79	e_5		3
21		n	6,77	6,89	13,66						13,63	6,77	6,86	n		1
23		e_6	7,72	7,72	15,44	5651	5647	— 07	1,0042	5644	15,39	7,61	7,78	e_6		8t 59′
25		n	6,78	6,88	13,66						13,63	6,77	6,86	n		57
27	21,4	e_7	7,72	7,70	15,42	5651	5648	— 06	1,0043	5646	15,40	7,63	7,77	e_7	21,3	55
29		n	6,80	6,83	13,63						13,64	6,78	6,86	n		53
31		e_8	7,60	7,54	15,14	5553	5551	— 103	0,9871	5548	15,13	7,51	7,62	e_8		51
33		n	6,81	6,82	13,63						13,63	6,79	6,84	n		49
35		e_9	7,81	7,74	15,55	5702	5698	+ 44	1,0132	5695	15,53	7,71	7,82	e_9		47
37		n	6,82	6,81	13,63						13,63	6,80	6,83	n		45
39		e_{10}	7,76	7,67	15,43	5659	5658	+ 04	1,0061	5656	15,42	7,67	7,75	e_{10}	21,4	43
41		n	6,83	6,80	13,63						13,63	6,80	6,83	n		41
							M = 5654		10,0544							

Enheterna i den dekadiska motståndssatsen äro betecknade med $e_1, e_2 \ldots e_{10}$.

n betyder ett normalmotstånd av manganin på ungefär 0,01 ohm.

E » summan av galvanometerutslagen åt svart och rött för ett visst motstånd.

$\frac{E(e_i)}{E(n') + E(n'')}$ = förhållandet mellan E för ett enhetsmotstånd e_i och summan av E för den föregående och efterföljande avläsningen, då n ger utslag.

p = medelvärdet mellan nyssnämnda storheter för ett och samma värde på e, således en konstant som är prop. mot motståndet i detta e.

Tab. 4. *Korrektionstabell till den dekadiska motståndssatsen, direkt angivande värdet av en avläsning i hundradedelar av hela motståndet.*

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Δ
0		9,961	19,823	29,951	39,895	49,834	59,843	69,854	79,950	89,944	1,009
1	1,009	10,970	20,832	30,960	40,904	50,843	60,852	70,863	80,959	90,953	1,002
2	2,011	11,972	21,834	31,962	41,906	51,845	61,854	71,865	81,961	91,955	1,005
3	3,016	12,977	22,839	32,967	42,911	52,850	62,859	72,870	82,966	92,960	1,017
4	4,033	13,994	23,856	33,984	43,928	53,867	63,876	73,887	83,983	93,977	1,007
5	5,040	15,001	24,863	34,991	44,935	54,874	64,883	74,894	84,990	94,984	1,004
6	6,044	16,005	25,867	35,995	45,939	55,878	65,887	75,898	85,994	95,988	1,004
7	7,048	17,009	26,871	36,999	46,943	56,882	66,891	76,902	86,998	96,992	0,987
8	8,035	17,996	27,858	37,986	47,930	57,869	67,878	77,889	87,985	97,979	1,013
9	9,048	19,009	28,871	38,999	48,943	58,882	68,891	78,902	88,998	98,993	1,006
10′	10,054	20,015	29,877	40,005	49,950	59,888	69,897	79,908	90,004	100,000	

e. Normalelement.

Som normalelement har jag vid mina mätningar använt ett kadmiumelement med mättad lösning av $CdSO_4$, förfärdigat på Fysiska Institutionen. Detta har jag tid efter annan jämfört med två av Riksanstalten i Charlottenburg kontrollerade Clarkska normalelement. Avvikelserna från det för denna typ av kadmiumelement angivna värdet, 1,0187 volt, hava därvid städse befunnits < 0,05 %. Då temperaturkoefficienten för kadmiumelementet vid rumstemperatur utgör endast 0,000035 volt/grad, har jag ej behöft korrigera strömstyrkan härför.

II. Temperaturbestämning.

Termostater. För att erhålla konstanta temperaturer har jag använt tre termostater, vilka alla uppvärmdes med gas, nämligen en Ostwald-termostat försedd med vattenregulator och rymmande c:a 20 l. vatten, avsedd för 50° C., samt två termostater med flytande paraffin. De båda senare rymma vardera c:a 3 l. och hava glasregulatorer med paraffinolja som regulatorvätska samt kvicksilver som spärrvätska. I 50°-badet fanns ovanpå vattnet ett skikt av paraffinolja för att minska avdunstningen. I samtliga termostaterna hölls vätskan i livlig rörelse medelst propellerrörare, drivna av en elektromotor. I 50°-badet höll sig temperaturen konstant på ± 0,02° när. I de båda övriga steg temperaturen långsamt (c:a 0,2° pr dag) på grund av kvicksilvrets avdunstning i regulatorn. Tid efter annan måste därför dessa regulatorer inställas på nytt. På grund av sin mindre värmekapacitet och på grund av regulatorvätskans ringa värmeledningsförmåga voro därjämte dessa termostater mindre snabba i inställningen än vattentermostaten, sedan temperaturjämvikten rubbats genom införande av kallare kroppar. Dessutom visade sig det flytande paraffinet dels avge rätt mycken rök dels i någon mån lösa metaller. Dessa olägenheter gjorde sig mest kännbara vid 150°.

Termometrar. Temperaturbestämningen utfördes med kvicksilvertermometrar. För bestämning av 0-punkten använde jag en termometer med lång underdel, avsedd för kalorimetermätningar (— 5,9 ~ + 43,7 : 1/10°). Temperaturen i 50°-badet uppmättes med en Fuesstermometer (PTR 26394; — 3,4 ~ + 52,0 : 1/5°), i 100°-badet med en Anschütztermometer (Haak 5682; + 15,0 ~ + 24,0; + 145,0 ~ + 219,0 : 1/10°). Av dessa korrigerades de tre förstnämnda genom jämförelse med en normaltermometer från Fuess (PTR 30087; — 4,4 ~ + 102,0 : 1/10°), varvid dennas 0-punkt och 100-punkt samtidigt kontrollerades och befunnos inom 0,01° överensstämma med de ur Riksanstaltens i Charlottenburg korrektionstabell beräknade värdena. Den termometer, med vilken 150°-badets temperatur uppmättes, jämfördes med en normaltermometer från A. Haak, Jena (PTR 38442; — 5 ~ + 5; + 90 ~ + 250 : 1/5°).

Vid mätningarna höllos termometrarna ständigt nedsänkta till så vitt möjligt samma skalstreck. Korrektionen för den utskjutande kvicksilverpelaren, vilken endast ifrågakommer för 50- och 100°-baden, bestämdes i det förra empiriskt genom jäm-

förelse mellan termometerns utslag, då den befann sig i sitt vanliga läge och då den var helt och hållet nedsänkt i badet. Vid 100°-badet bestämdes den utskjutande pelarens temperatur med en hjälptermometer, som genom en hylsa av aluminiumbleck skyddades för strålning från badet. Till ändringar i dessa korrektioner på grund av växlingar i rumstemperaturen har jag icke tagit hänsyn. Samtliga termometrar utom den i 150°-badet fingo under hela försökstiden befinna sig i sina respektive bad. Denna termometer måste till förhindrande av kvicksilvrets avdunstning efter varje mätning tagas ur badet. För mina termoelektriska mätningar har jag en gång för alla beräknat korrektionerna för de tre ifrågakommande temperaturintervallen. Före varje temperaturbestämning har vid mätning av termoelektromotoriska krafter kontaktstället befunnit sig i endera av termostaterna under 10—15 minuter. Det har visat sig, att det kallare kontaktstället behövt vara nedsänkt i is minst 30 min., innan dess temperatur hunnit bliva konstant, samt att dettas temperatur ständigt varit ungefär 0,02° över isens smältpunkt. I allmänhet hava temperaturerna avlästs på 0,01° C. De korrigerade värdena på temperaturdifferenserna har jag emellertid avkortat på 0,1° C. när.

III. **Termoelement.**

Vid de flesta nyare termoelektriska undersökningar har man använt antingen bly eller kvicksilver som normalmetall i syfte att därigenom undgå Thomsoneffekt. Denna fördel vinnes emellertid ej utan olägenheter. Först och främst får man in två nya kontaktställen mellan dessa metaller och den övriga ledningen (av koppar) och, då termoelektriska kraften mellan bly och koppar (eller emellan bly och kvicksilver) är högst avsevärd, får man här en felkälla av svår beskaffenhet. Då dessutom Thomsoneffekt lika fullt kan komma fram i den övriga ledningen, blir fördelen av denna anordning mycket ringa.

Härtill kommer, att bly av olika ursprung eller förhistoria ger olika värden på de termoelektriska konstanterna, och jag har därför vid mina undersökningar uppmätt den termoelektriska kraften mot koppar.

Som lödning alltid medför en okontrollerbar uppvärmning jämte förorening av försöksmaterialet, har jag åstadkommit förbindelsen mellan de olika delarna av termoelementet med klämskruvar och därmed fått fullkomligt entydiga resultat.

En annan felkälla vid termoelektriska undersökningar ligger däri, att ett kontaktställe på grund av värmets bortledning genom trådarna ej haft det omgivande temperaturbadets temperatur. Denna felkälla växer uppenbarligen i betydelse ju tjockare och kortare trådar man använder samt vidare i samma mån som värmeutbytet mellan temperaturbadet och termoelementet minskas på grund av bristande omröring eller ringa ledningsförmåga hos temperaturbadet. Denna felkälla har påpekats av bl. a. Meissner [1]).

[1]) Fortschr. d. Phys. 1906: II, 98.

Kontaktanordningen bör därför äga stor värmekapacitet i förhållande till metalltrådarnas värmeledningsförmåga samt tillåta en mätning av föreningsställets verkliga temperatur. Dessa krav har jag tillgodosett genom den anordning, som visas i fig. 5 (nat. storl.). Den utgöres av en kopparcylinder, som är genomborrad dels med en kanal (k), i vilken försökstråden fastklämmes med skruvar, samt vidare en större urborrning (U) avsedd för termometerbehållaren. Medelst en kopparpinne gipsas cylindern fast vid ett glasrör (G) och kan med detta fästas så, att dess läge i temperaturbadet vid alla mätningar blir detsamma. Kopparcylindrarna hava direkt genom lödning förenats med två böjliga ledningstrådar av koppar, varefter de under en längre tid hållits uppvärmda till en temperatur av ungefär 200° C. Ledningstrådarna voro hopspunna av ett större antal finare trådar. Detta har visat sig vara till fördel, då därigenom de böjningar, som bliva nödvändiga vid omflyttningar av termoelementet, icke giva anledning till främmande *EMK*. Genom direkta försök har jag övertygat mig därom, att starka böjningar av koppartråden icke hava något inflytande på inställningen. Vidare har jag konstaterat, att en ojämn uppvärmning av koppartrådarna, vida större än den, som kan förorsakas av de oundgängliga växlingarna i rumstemperaturen, icke föranleder fel större än $1 \,.\, 10^{-7}$ volt vid bestämningen av en termoelektromotorisk kraft. Vid mina slutliga mätningar har jag alltid sörjt för, att koppartrådarna legat så vitt möjligt på samma sätt i förhållande till temperaturbaden.

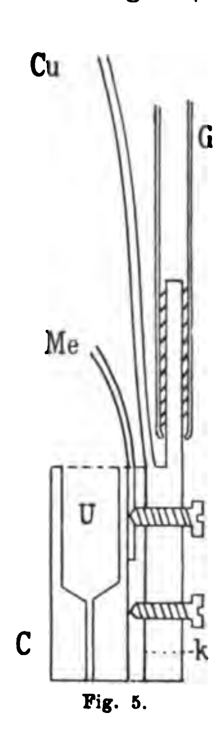


Fig. 5.

Vid alla mätningar har jag ständigt låtit en och samma kopparcylinder hava 0°, under det att den andra fått successivt antaga temperaturerna 50, 100 och 150° C. Vid var och en av de i det följande anförda mätningarna har jag dessutom ständigt prövat försökstrådarnas homogenitet genom omläggning av tråden (*Me*) på det sättet, att först en mätningsserie utförts med ena ändan (a) av tråden vid 0° C. och den andra (b) i de varmare baden och därefter med ändan b vid 0° C., och dessutom har jag kontrollerat, att den för själva mätningen nödvändiga uppvärmningen till högst 150° C. ej avsevärt ändrat försökstrådens beskaffenhet, genom att utföra mätningarna i ordningsföljden 0—50, 0—100, 0—150 och 0—50° C. Ur de på detta sätt erhållna värdena för intervallet 0—50° C. har jag tagit medelvärdet.

Betecknar man med q det antal hundradedelar av potentialfallstrådens motstånd, som behövs för kompensation av termoelementets *EMK*, samt dess totala motstånd med m_t, kan formeln (1) skrivas

$$P = \frac{m_t \,.\, q}{M} \cdot \frac{RN}{r + R}, \tag{2}$$

där faktorn $\frac{RN}{r+R}$, en gång för alla beräknas för de olika värden på r, som kunna ifrågakomma.

Huru en enskild mätning av en termoelektromotorisk kraft är utförd, visar följande exempel:

a Bly 2. shunt 600 ohm.

kl.	S	t_1	t_2	$q \cdot 10^{-2}$	Galv.-utslag		
					rött	svart	
1:35	+	0,12	99,67	0,57	1,57	0,42	$\theta = 16{,}8^\circ$
				0,58			
1:37				0,57	1,59		
1:38	—			0,58		0,42	
				0,57	1,58		
1:40		0,12	99,70	0,58		0,42	

I kolumnen S betecknar + och — riktningen av strömmen i huvudledningen. Under q finnas värdena på det inkopplade kompensationsmotståndet från kopparreostaten. Dennas temperatur kallas θ.

För bly och silver fås i allmänhet fullt konstanta galv.-utslag, men detta är ej fallet med t. ex. gjutet tenn.

För att pröva, om shuntreostaten R varit riktig och fri från övergångsmotstånd hos propparna, har jag mätt elektromotoriska kraften för samma termoelement med olika shuntmotstånd. För bly befanns t. ex. E_{50-0} vara 147,71 mikrovolt med 600 ohms shuntmotstånd, samt 147,74 med 400 ohm.

För att å ena sidan möjliggöra en jämförelse mellan mina resultat och tidigare mätningar samt å andra sidan kontrollera oföränderligheten hos dessa tilledningstrådar av koppar har jag tid efter annan uppmätt den termoelektriska kraften mellan dessa och olika stycken blytråd av samma ursprung och förhistoria (Merck, pur.). Härnedan anföras i Tab. 5 resultaten av en dylik mätningsserie. I denna och följande tabeller av samma slag betyder »E obs.» termoelementets ***EMK*** för det temperaturintervall, som angives under »$t_2 - t_1$ korr.». Ur dessa värden har jag genom lineär extrapolation beräknat de värden »E red.», som skulle gälla för temperaturskillnader av exakt 50, 100 och 150° C. Sedan medelvärden M (E) beräknats för samma temperaturdifferenser mellan a- och b-värdena, har jag med minsta kvadratmetoden ur dessa beräknat värdena på konstanterna α och β i formeln:

$$E = \alpha \ (t_2 - t_1) + \beta \ (t_2 - t_1)^2. \tag{3}$$

Därvid har jag antagit den relativa noggrannheten hos de tre förekommande temperaturintervallen lika för att taga tillbörlig hänsyn till de ökade svårigheterna vid mätningen av högre temperaturer.

För samtliga av mig undersökta termoelement med undantag av de i Tabb. 8 a och 11 a anförda, har den koppartråd, som stått i förbindelse med det varmare kontaktstället, haft högst potential. Enligt den numera vanliga beteckningen äro således med ovannämnda undantag alla här undersökta metaller och legeringar ***negativa*** i förhållande till mina koppartrådar. I tabellerna betyder således α och β endast de numeriska värdena för dessa storheter, och endast i Tab. 15 har jag använt tecknet

Bly 2.

Tab. 5. *Termoelektrisk kraft.* shunt 600 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2–t_1 obs.	t_2–t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	147,84	147,54	147,68	147,77
b	0,12	50,0	49,88	50,1	148,01	147,71		
a	0,12	99,69	99,57	99,7	314,32	315,26	315,30	315,02
b	0,12	99,70	99,58	99,7	314,39	315,33		
a	0,12	150,31	150,19	149,6	500,83	501,66	501,60	501,74
b	0,12	150,27	150,15	149,6	500,20	501,53		

$\alpha = 2{,}7607$. $\beta = 0{,}003895$.

— för att utmärka, att hårddraget silver i termoelektriskt avseende har motsatt tecken mot mjukt silver i förhållande till koppar. Termoelektromotoriska krafter angivas överallt i mikrovolt.

En granskning av den nu beskrivna metoden med avseende på de å sid. 4 angivna felkällorna visar, att 1) kontaktelektromotoriska krafter ej kunna uppkomma, då det överallt är samma metall i hela ledningen, samt att 2) sannolikheten för främmande termoelektromotoriska krafters uppkomst är mycket liten av samma skäl. De termoelektromotoriska krafter, som skulle kunna tänkas uppkomma vid kontakterna mellan potentialfallstråden och tilledningstrådarna till termoelementet elimineras helt och hållet genom omläggningen av strömmen i den förra, och termokrafter i galvanometerledningen eller tilledningstrådarna måste, enligt vad härovan sagts, dels vara små, dels vid själva mätningen komma till synes i form av växlande galvanometerutslag, då ju varje mätning tar en tid av 5 min.

Felkällorna 3, 4 och 5 äro i det föregående redan diskuterade. Då potentialfallstråden ligger väl skyddad för hastiga temperaturväxlingar, är det ej sannolikt, att dess temperatur ens med $^1/_{10}{}^0$ kan avvika från termometerns. Vid alla mina mätningar har jag använt samma termometer för bestämning härav, nämligen den å sid. 10 omnämnda. Ett fel i temperaturbestämningen på $^1/_{10}{}^0$ vållar endast ett fel av 0,04 % i slutresultatet.

Felkällan n:r 7 är genom användandet av fasta kontaktpunkter principiellt utesluten.

IV. Metod att mäta ledningsmotståndets temperaturkoefficient.

För bestämning av det elektriska ledningsmotståndets temperaturkoefficient har jag använt följande metod (fig. 6): Från ett ackumulatorbatteri (*B*) på fyra celler ledes elektrisk ström genom ett Ruhstrat-motstånd (*W*) med en grövre och en finare lindning och därefter genom en vanlig proppreostat (*R*), varifrån propparna borttagits; vidare genom den metalltråd (*Me*), vars motstånd skall bestämmas, och förbi en strömbrytare tillbaka till batteriet. Strömstyrkan i ledningen uppmättes medelst

en precisionsmilliampèremeter från Siemens & Halske ($0{,}0001\ \frac{\text{amp.}}{\text{skd.}}$; $m_i = 100$ ohm; 0 — 150 skd.) på det sättet, att ampèremeterns klämskruvar förenades med kontaktpropparna till reostaten och därefter inkopplades med ett lämpligt motstånd från

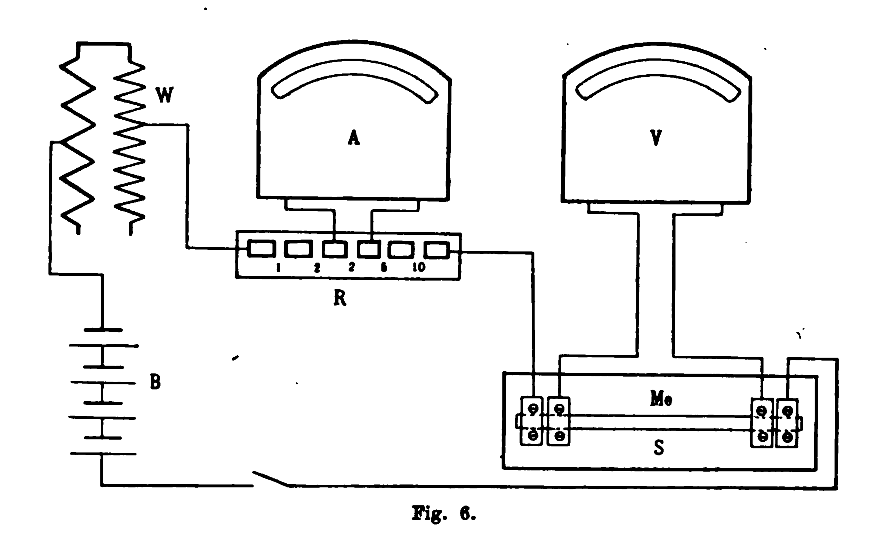


Fig. 6.

denna som shunt. Potentialfallet i en viss del av metalltråden uppmättes medelst en millivoltmeter från Siemens & Halske ($0{,}0001\ \frac{\text{volt}}{\text{skd.}}$; $m_i = 383$ ohm; 0 — 180 skd.). Detta senare instrument tillhör en pyrometer enligt Le Chatelier. För att få pålitliga kontakter och eliminera övergångsmotståndens inflytande har jag begagnat följande anordning: På en rektangulär skifferplatta (*S*) anbraktes, såsom fig. 6 visar, vid vardera ändan två klämskruvar av koppar, den ena avsedd för tilledning av strömmen, den andra genom en ledningstråd förbunden med voltmeterns ena klämskruv. För längre trådar placerades klämskruvarna på sådant sätt, att tråden kunde upplindas i en plan spiral på skifferplattan.

För att så mycket som möjligt utnyttja instrumentens känslighet valde jag, så framt detta var möjligt, shuntmotståndet i *R* så, att utslagen på instrumenten blevo ungefär numeriskt lika, då *Me* hade rumstemperatur.

Sedan *S* därefter nedförts i endera av termostaterna eller nedbäddats i finmalen is och hunnit antaga konstant temperatur (10—30 min.), utfördes en mätningsserie på det sättet, att strömmen slöts, varefter dess styrka med motståndet *W* inreglerades till ett visst bestämt värde, varpå det däremot svarande potentialfallet avlästes på *V*. För att underlätta räkningarna har jag alltid använt strömstyrkor, som på milliampèremetern givit utslagen 60, 80 och 100 skd., och för att pröva kontakternas oföränderlighet uppmätte jag alltid motståndet vid 0° C. omedelbart efter varje mätning vid högre temperatur.

Då de motstånd, som varit föremål för mätning, på sin höjd uppgått till 0,1 ohm, kan man med hänsyn till voltmeterns stora inre motstånd (383 ohm) försumma

att korrigera strömstyrkan för den gren därav, som går genom voltmetern. Betecknas därför motståndet i metalltråden med m_t, shuntmotståndet i reostaten med r, samt utslagen på voltmetern och ampèremetern med p och s resp. och strömstyrkan i huvudledningen med i fås:

$$m_t \, . \, i = 0{,}0001 \; p$$

$$i = \frac{100 \, . \, 0{,}0001 \; s}{r} + 0{,}0001 \; s;$$

varur fås

$$m_t = \frac{r}{100 + r} \cdot \frac{p}{s}. \tag{4}$$

Om sålunda vid en mätningsserie hela tiden samma shuntmotstånd r användes, blir motståndet proportionellt mot $\frac{p}{s}$, varför denna storhet vid beräkningen av motståndets temperaturkoefficient kan direkt användas. Endast för beräkning av motståndet vid 0° C. har jag använt den fullständiga formeln.

Eftersom jag vid alla temperaturer använt samma strömstyrkor, erfordras för metodens tillförlitlighet av ampèremetern endast, att utslagen äro entydiga, och av voltmetern, att dess utslag äro proportionella mot strömstyrkan. Att detta senare är fallet, bevisas därav, att $\frac{p}{s}$ blir konstant under varje mätningsserie vid konstant temperatur. Är $\frac{p}{s}$ konstant, visar detta därjämte, att tråden *Me* antagit badets temperatur, så framt det har förflutit en tillräcklig tid mellan de olika mätningarna. För att visa den grad av noggrannhet, till vilken man med denna metod kan komma, anföres här (sid. 21) en fullständig observationsserie. Om avvikelserna mellan de olika vid 0° C. funna värdena visat sig ligga inom felgränserna, har jag ur dem beräknat ett medelvärde. De övriga reduceras till exakt 50, 100 och 150° C. med antagande av lineärt sammanhang mellan motstånd och temperatur. Ur dessa värden, vilka jag betecknat med »m red.», har jag sedan enligt minsta kvadratmetoden beräknat värdet på γ och δ under förutsättning, att motståndet följer lagen:

$$m_t = m_0 \; (1 + \gamma t + \delta t^2). \tag{5}$$

Därvid har jag, liksom vid den numeriska beräkningen av observationerna beträffande den termoelektriska kraften, tagit hänsyn till de ökade svårigheterna att bestämma högre temperaturer på det sättet, att jag betraktat den relativa noggrannheten för de tre ifrågakommande temperaturintervallerna såsom lika stor. För att underlätta jämförelsen mellan de av mig bestämda värdena på temperaturkoefficienterna med de av Guertler beräknade, har jag för varje undersökt metall eller legering ur γ och δ beräknat dels ledningsmotståndets procentiska tillväxt, P_s, och dels lednings-

Silver 12: 2.

Valsat, upphettat till 200° under 4 timmar, lackerat.

Tab. 6.

shunt 1 ohm.

kl.	*t* obs.	*p*	*s*	$\frac{p}{s}$	kl.	*t* obs.	*p*	*s*	$\frac{p}{s}$
2: 5	0	55,75	60	9292	4: 5	99,8	78,7	60	13117
		74,4	80	9300			104,7	80	13088
		93,0	100	9300			130,8	100	13080
		$M = 9298,5$					*t* korr. 99,8 $M = 13089$ *m* red. = 13115		
2: 25	50,0	67,15	60	11192	4: 25	0	55,7	60	9283
		89,5	80	11188			74,4	80	9300
		112,1	100	11210			93,0	100	9300
		t korr. = 50,1 $M = 11200$ *m* red. = 11178					$M = 9297$		
3: 10	0	55,75	60	9292	5: 10	150,8	90,05	60	15008
		74,85	80	9294			120,0	80	15000
		93,05	100	9305			150,05	100	15005
		$M = 9299,0$					*t* korr. 149,6 $M = 15004$ *m* red. = 15064		
3: 35	50,0	67,2	60	11200	5: 45	0	55,75	60	9292
		89,5	80	11188			74,4	80	9300
		112,05	100	11205			93,0	100	9300
		$M = 11199,5$					$M = 9298,5$ *m* red. = 9298		

Silver 12: 2.

Tab. 7. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 1 ohm.

t obs.	*t* korr.	*m* obs.	*m* red.	Δm	*m* ber.
0	0	9298	9298		
50,0	50,1	11200	11178	1880	11183
99,8	99,8	13089	13115	3817	13106
150,8	149,5	15004	15064	5766	15069

$m_0 = 0,009$ ohm. $\gamma = 0,004012$. $\delta = 0,000000689$. $P_s = 40,95$. $P_a = 29,06$. $P_{50} = 20,2$ (obs.).

förmågans procentiska minskning, P_a, för en uppvärmning från 0 till 100° C. De båda storheterna definieras av följande ekvationer:

$$P_s = \frac{m_{100} - m_0}{m_0} \cdot 100$$

$$P_a = \frac{\frac{1}{m_0} - \frac{1}{m_{100}}}{\frac{1}{m_0}} \cdot 100;$$

härur fås sambandet dem emellan

$$P_a = \frac{100 \,.\, P_s}{100 + P_s}. \tag{6}$$

Då det visat sig, att sammanhanget mellan ledningsförmågan och temperaturen för de av mig undersökta metallerna ej är lineärt, har jag föredragit att vid beräkningen av resultaten utgå från de direkt observerade motstånden framför att beräkna värden på ledningsförmågan och lägga dessa till grund för de slutliga beräkningarna.

Metoden blir i någon mån osäker för motstånd hos *Me* av storhetsordningen 0,001 ohm på grund av svårigheten att hålla den starkare ström, som här behöves, konstant under den tid, som erfordras för en mätning. Den blir vidare okänslig för det fall, att temperaturkoefficienten är liten. Då strömkretsen är öppen, ger sig en termoel. kraft på grund av ett eventuellt temperaturfall längs *Me* tillkänna genom nollpunktsändring hos voltmetern.

Under försökens lopp visade det sig, att motståndet hos blanka metalltrådar genom uppvärmning i 100- och 150°-baden undergick förändringar, vilka till största delen åtminstone berodde därpå, att metallerna delvis löstes av den varma paraffinoljan. För rent tenn och rent bly äro dessa verkningar förhållandevis stora. Vid bly kunde dessutom iakttagas, att metallisk koppar (från klämskruvarna) utfälldes på den blanka blytråden. För att skydda trådarna häremot har jag lackerat dem med ugnslack, vilket visat sig resistent mot paraffinoljan.

Inverkan av mekanisk och termisk förbehandling på silvrets elektriska egenskaper.

Många rena metaller och i all synnerhet legeringar äro med avseende på sina elektriska egenskaper i hög grad beroende av sin mekaniska och termiska förhistoria. Välbekanta äro t. ex. de långsamt försiggående motståndsändringarna hos metalltrådar i reostater. För härdat stål kan sp. ledningsmotståndet uppgå till mera än 2 gånger värdet av samma konstant för utglödgat. Chevalier [1]) har för trådar av platinasilver funnit, att dess motstånd vid stigande temperatur passerar ett maximum och ett minimum. De kurvor, som ange sammanhanget mellan motstånd och temperatur, bliva olika allt eftersom tråden efter en uppvärmning fått svalna långsamt eller blivit plötsligt avkyld. Slutligen har han visat, att denna legering vid cykliska ändringar av temperaturen i visst avseende förhåller sig beträffande motståndet som glas med avseende på volymen.

Åtskilliga rena metaller, bland dem silver, kunna genom mekanisk bearbetning, valsning eller pressning, ändra sina egenskaper högst avsevärt. Tomlinson [2]) har i en omfattande undersökning studerat inverkan av såväl temporär som permanent sträckning och hoptryckning på flera av metallernas fysikaliska egenskaper.

För min undersökning av tenn-silverlegeringarna var det av vikt att avgöra, huruvida det var möjligt att oberoende av dessa förhållanden kunna få med varandra jämförbara värden på konstanterna, eller med andra ord, om verkan av föregående olikartad bearbetning kunde utplånas så pass fullständigt, att legeringarnas egenskaper skulle bliva entydiga funktioner av den kemiska sammansättningen.

Genom mikroskopisk analys har det utrönts, att den kemiska strukturen hos legeringar med samma procentiska sammansättning kan vara mycket olika alltefter den hastighet, med vilken de fått avsvalna. På förhand kan man därför vänta, att dessa förhållanden skola visa sig mera komplicerade hos legeringar än hos rena metaller, och Chevalier's nyssnämnda arbete synes tyda på kemiska omvandlingar hos den fasta legeringen. Jag har därför ägnat denna fråga beträffande slutleden i min legeringsserie, silver och tenn, en särskild undersökning. Därvid har emellertid tennet visat sig, såväl termoelektriskt som beträffande motståndets förändring med temperaturen, vara tämligen oberoende av sin mekaniska förhistoria.

---

[1]) CHEVALIER: Journ. de phys. (4) *1*, 157 (1902).

[2]) TOMLINSON: Phil. Trans. *174*, 1 (1883).

De elektriska egenskaperna hos olika »modifikationer» av silver hava visserligen ofta varit föremål för undersökning, men i regel har aldrig mera än en egenskap åt gången blivit studerad på samma material, och graden av hårdhet har därigenom ej på något sätt blivit numeriskt definierad. Så anger t. ex. Noll [1]) utan någon diskussion för termoelektromotoriska kraften E_{100-0} för silver av olika förhistoria följande värden:

		Myoket hårt	Hårt	Svagt uppvärmt	Mjukt	
Mot kvicksilver	E_{100-0}	= 710,23	695,85	685,97	671,51	mikrovolt.
Mot bly	E_{100-0} [2])	= 307,7	293,8	283,5	269,0	»

Enligt Dewar och Fleming [3]) är E_{100-0} för bly-silver 332 mikrovolt [4]). Dessa sistnämnda lämna inga uppgifter om silvrets förhistoria.

Den utförligaste undersökningen av hårdhetsgradens inflytande på temperaturkoefficienten för silvrets ledningsförmåga har utförts av Matthiessen och Bose [5]), vilka ange följande värden på konstanterna i formeln

$$\lambda_t = \lambda_0 \ (1 - at + bt^2):$$

Tråd	$a . 10^3$	$b . 10^6$
1 hård	3,8394	9,723
» mjuk	3,7725	8,900
2 hård	3,8915	10,472
» mjuk	3,9287	10,625
3 hård	3,7544	9,724
» mjuk	3,7855	9,647

och sedan beräkna medelvärdena under förutsättning, att *temperaturens inflytande* på ledningsförmågan (λ) för *hårt och mjukt silver* är detsamma.

Av nyare arbeten är det endast Cohns [6]) undersökning: »Nachwirkungsänderungen des Widerstandes», som mera ingående behandlar denna fråga. Cohn undersöker det *absoluta ledningsmotståndet vid rumstemperatur* för hårddragna trådar av (platina och) silver (0,4 °/o föroreningar), sedan dessa under kortare eller längre tid varit upphettade till 60, 100, 140 eller 180°, och drar ur sina mätningar den slutsatsen, att ändringarna delvis måste bero på efterverkan och ej uteslutande på ändring i den inre strukturen, men anmärker samtidigt, att en mätning av ledningsmotståndets temperaturkoefficient borde vara av större intresse än mätningen av det absoluta motståndet.

[1]) NOLL: Wied. Ann. *53*, 884 (1894).

[2]) Beräknade med hjälp av Nolls värde för elementet *Pb* — *Hg*.

[3]) DEWAR a. FLEMING: Phil. Mag. (5) *40*, 108 (1895).

[4]) Av nyare mätningar har jag här ej kunnat anföra Holborn och Days (1899), då dessa använt *Pt* som normalmetall, och ej heller Jaeger och Diesselhorsts (1900), enär dessa senare uppmätt den termoelektriska kraften direkt.

[5]) MATTHIESSEN u. BOSE: Pogg. Ann. *115*, 360 (1862).

[6]) COHN: Wied. Ann. *41*, 71 (1890).

Då denna fråga sålunda icke var för mitt ändamål tillräckligt utredd, har jag gjort följande försök. Silverbleck (puriss. pro anal., Merck 1905) nedsmältes, göts i kolform till en cylinder samt valsades med så ringa uppvärmning som möjligt till en tråd med ett kvadratiskt tvärsnitt av ungefär 2 mm:s sida. Den drogs därefter för hand genom en dragskiva utan förnyad uppvärmning till tråd av 0,5 mm:s tjocklek. Den på detta sätt erhållna tråden var styv och fjädrande. En del av denna tråd, betecknad 9: 1, undersöktes omedelbart enligt förut angivna metoder med avseende på termoelektrisk kraft och ledningsmotstånd. Därefter bestämdes den strömstyrka, för vilken denna tråd nätt och jämnt kunde bringas till smältning. Ett stycke av tråden, betecknat med 9: 2, upphettades därefter med en ström, 1 amp. svagare, än den förra. Sedan den på detta sätt hållits vid ljus gulglödgning under c:a 2 minuter, avkyldes den plötsligt genom neddoppning i kallt vatten, under det att den fortfarande genomflöts av strömmen. Ett tredje stycke, 9: 3, upphettades med lika stark ström som 9: 2 under 5 minuter och fick sedan långsamt avsvalna på det sättet, att strömstyrkan under loppet av 5 minuter så småningom fick sjunka till 0. Samtliga dessa trådar undersöktes med avseende på termoelektrisk kraft och ledningsmotstånd enligt förut beskrivna metoder [1]). Resultaten härav anföras i Tabb. 8 a—10 b. Dylika mätningar, utförda på andra trådar, hava givit analoga resultat.

Jag anför här vidare resultaten av mätningar på tjockare tråd. Då jag ej med noggrannhet kunnat mäta starkare strömmar än 30 amp., och denna strömstyrka ej räckt till att smälta denna tjockare tråd, har jag använt blästerlåga för uppvärmning. 12: 1 betecknar den hårdvalsade, 10 den glödgade och plötsligt kylda, 11 den glödgade och långsamt avkylda samt 12: 2 en tråd, som jag i torkskåp hållit uppvärmd till 200° C. under 4 timmar och samtidigt överdragit med ugnslack. N:r 10 och n:r 11 lackerades med hjälp av uppvärmning till 150° C. under c:a 20 minuter. Av samtliga dessa trådar har jag utgått från stycken på ungefär 1 m:s längd och efter den ovan beskrivna behandlingen delat dem i två delar samt mätt termoelektriska kraften på den ena och motståndet på den andra. Resultaten av dessa mätningar finnas i Tabb. 11 a—14 a samt i Tab. 7 sid. 21. P_{50} betyder här procentisk tillväxt i ledningsmotståndet för 50°:suppvärmning.

Silver 9: 1. Styv, nyss hårddragen tråd.

Tab. 8 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 50 ohm.

$t_1 = 0°$; $t_2 =$	50,0°	100,0°	150,0°	50,0°
a) E red. =	−0,69	+3,42	+9,27	+1,4
b) E red. =	−0,45	+3,44	+8,01	+1,2

Tab. 8 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* [2]) shunt 3 ohm.

$t =$	0°	50,0°	100,0°	150,0°	0°
$(m =)\frac{p}{s} =$	8373	9969	11625	13263	8355

$P_{50} = 19{,}06.$

[1]) Silver angripes ej av varm paraffinolja. Jfr Cohn a. a. s. 74.
[2]) Uppmätt efter bestämningen av termoel. kraften.

Silver 9: 2.

Upphettad med 27 amp. och plötsligt kyld i vatten.

Tab. 9 a. *Motståndets ändring med temperaturen.* shunt 3 ohm.

$t =$	0°	50°	0°	100°	0°	150°	0°
$(m =) \frac{p}{s} =$	8974	10716	8976	12480	8914	14281	8887

$P_{50} = 19,4.$

Tab. 9 b. *Termoelektrisk kraft.*[1]) shunt 400 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	$M(E)$	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	13,23	13,20	13,31	13,33
b	0,12	50,0	49,88	50,1	13,45	13,42		
a	0,12	99,70	99,58	99,7	29,23	29,32	29,27	29,23
b	0,12	99,85	99,73	99,8	29,16	29,22		
a	0,12	150,72	150,60	150,0	47,70	47,70	47,67	47,69
b	0,12	150,84	150,72	150,1	47,66	47,63		

$\alpha = 0,2410. \qquad \beta = 0,000518.$

Silver 9: 3.

Upphettad med 27 amp. under 5 min. och därefter med så småningom avtagande ström.

Tab. 10 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 50 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	$M(E)$	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	12,44	12,42	12,45	12,64
b	0,12	50,0	49,88	50,1	12,50	12,48		
a	0,12	100,11	99,99	100,1	27,91	27,88	27,75	27,88
b	0,12	100,10	99,98	100,1	27,64	27,61		
a	0,12	150,69	150,57	150,0	43,98	43,98	44,02	44,21
b	0,12	150,72	150,60	150,0	44,05	44,05		

$\alpha = 0,2318. \qquad \beta = 0,000420.$

Tab. 10 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 4 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	8272	8272		
50,0	50,1	9955	9935	1663	9944
99,6	99,6	11619	11665	3393	11646
150,4	149,7	13342	13369	5097	13378

$\gamma = 0,004007. \qquad \delta = 0,000000721. \qquad P_{50} = 20,1$ (obs.).

[1]) Termoel. kraften bestämd efter det tråden under c:a 30 min. varit uppvärmd till 150° C.

Silver 12: 1.

Styv, nyss hårddragen tråd.

Tab. 11 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 50 ohm.

kl.	8t 40′ f. m.	9t	9t 20′	10t	1t 30′ e. m.
$t_1 = 0;\ t_2 =$	50,0°	100,0°	150,0° [1]		
$E =$	− 4,2	− 5,9	+ 1,2	+ 4,8	+ 10,4

Tab. 11 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 1 ohm.

$$t = 0^\circ \qquad 50{,}0^\circ \qquad 0^\circ$$

$$(m =)\frac{p}{s} = 9763 \qquad 11619 \qquad 9760$$

$$P_{50} = 19{,}02.$$

Silver 10.

Glödgad med bläster, kyld i vatten, lackerad.

Tab. 12 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 50 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	$M\ (E)$	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	12,85	12,83	12,86	12,63
b	0,12	50,0	49,88	50,1	12,40	12,88		
a	0,12	99,84	99,72	99,8	27,85	27,91	28,10	27,59
b	0,12	99,81	99,69	99,8	28,22	28,28		
a	0,12	150,67	150,55	150,0	44,28	44,28	44,59	44,91
b	0,12	150,66	150,54	149,9	44,86	44,89		

$\alpha = 0{,}2292. \qquad \beta = 0{,}000468.$

Tab. 12 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 1 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	10145	10145		
50,0	50,1	12167	12143	1998	12143
100,0	100,0	14240	14240	4095	14240
150,1	149,4	16371	16436	6291	16436

$m_0 = 0{,}010$ ohm. $\gamma = 0{,}006841.$ $\delta = 0{,}000001952.$ $P_s = 40{,}36.$ $P_a = 28{,}75.$ $P_{50} = 19{,}7$ (obs.).

---

[1]) Det varmare kontaktstället hela tiden vid 150° C.

Silver 11.

Glödgad med bläster, långsamt avkyld, lackerad.

Tab. 13 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 50 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	11,89	11,87	11,82	12,07
b	0,12	50,0	49,88	50,1	11,79	11,77		
a	0,12	99,74	99,62	99,7	27,11	27,19	27,14	26,65
b	0,12	99,78	99,66	99,8	27,04	27,09		
a	0,12	150,83	150,21	149,6	43,58	43,65	43,50	43,75
b	0,12	150,41	150,29	149,7	43,25	43,34		

$\alpha = 0{,}2162$. $\beta = 0{,}000508$.

Tab. 13 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 1 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	10350	10350		
50,0	50,1	12453	12428	2078	12435
99,8	99,8	14553	14582	4232	14568
149,9	149,2	16653	16742	6392	16749

$m_0 = 0{,}010$ ohm. $\gamma = 0{,}0089826$. $\delta = 0{,}0000009275$. $P_s = 40{,}75$. $P_a = 28{,}95$. $P_{50} = 20{,}1$ (obs.).

Silver 12: 2.

Upphettad till 200° under 4 tim., lackerad.

Tab. 14 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 50 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,11	50,0	49,89	50,1	10,23	10,21	10,00	10,28
a	0,12	99,79	99,67	99,8	23,86	23,91	23,96	23,40
a	0,12	150,21	150,09	149,5	39,08	39,16	39,07	39,85
a	0,12	50,0	49,88	50,1	10,18	10,16		
b	0,12	50,0	49,88	50,1	9,87	9,85		
b	0,12	99,78	99,66	99,8	23,95	24,00		
b	0,12	150,29	150,17	149,6	38,87	38,97		
b	0,12	50,0	49,88	50,1	9,82	9,80		

$\alpha = 0{,}1778$. $\beta = 0{,}000567$.

Beträffande ledningsmotståndets temperaturkoefficient hänvisas till Tab. 7 sid. 21.

Dessa mätningar visa, att 9: 1, 9: 2 och 12: 1 redan för en uppvärmning till 100° C. under den tid, en mätning kräver, måste betraktas som labila modifikationer av silvret. För 9: 1 och ännu tydligare för 12: 1 visar sig termoelektriska kraften i hög grad beroende av den föregående uppvärmningens långvarighet och intensitet.

Även vid motståndsmätningarna på trådarna 9: 1 och 9: 2 framträder denna labilitet fullt tydligt. Trådarna 9: 3, 10, 11 och 12: 2 visa sig däremot stabila vid mina mätningar, vilket naturligtvis endast innebär, att de ändringar, som möjligen hunnit uppkomma under här ifrågakommande tider, ligga inom felgränserna. Av samtliga mina mätningar synes framgå, att en uppvärmning till 50° C. under 1/2 timme ej avsevärt ändrar vare sig motståndet eller termoelektriska kraften [1]).

Resultaten av de här anförda mätningsserierna har jag sammanfört i Tab. 15.

Tab. 15. *Översikt över silvrets egenskaper vid olikartad termisk och mekanisk behandling.*

Tråd	α	$\beta \cdot 10^3$	E_{50-0}	$\gamma \cdot 10^3$	$\delta \cdot 10^6$	P_{50}	c_0	Anm.
9: 1			— 0,6			19,1	0,0160 [2])	Styv, en del uppvärmd till 150°.
9: 2	0,2410	0,513	13,3			19,4		Upphettad, kyld i vatten.
9: 3	0,2318	0,420	12,5	4,007	0,72	20,1	0,0150 [2])	Upphettad, långsam avsvalning.
12: 1			— 4,2			19,0	0,0159	Styv, ej uppvärmd.
10	0,2292	0,468	12,4	3,841	1,95	19,7	0,0152	Glödgad, kyld i vatten, lackerad.
11	0,2162	0,503	11,8	3,988	0,98	20,1	0,0148	Glödgad, långsam avsvalning, lackerad.
12: 2	0,1773	0,567	10,0	4,012	0,84	20,2	0,0145	Upphettad till 200° under 4 t., lackerad.

Då vissa av dessa trådar, såsom ovan sagts, ej äro stabila vid uppvärmning till högre temperatur än 50° C., har jag, för att kunna jämföra dem med varandra, i Tab. 15 angivit dels den obs. termoelektromotoriska kraften för intervallet 0—50° C. (E_{50-0}) och dels ledningsmotståndets procentiska tillväxt (P_{50}) för samma uppvärmning. I kolumnen c_0 har jag angivit sp. ledningsmotståndet för alla trådar utom 9: 2. För erhållandet av dessa värden ur m_0 har jag bestämt trådarnas volym genom hydrostatisk vägning i toluol.

För dessa värdens tillförlitlighet fordras utom de å sid. 20 nämnda villkoren, att de använda mätningsinstrumenten verkligen angiva strömstyrka och potentialdifferens [3]) i absolut mått. Då jag ej övertygat mig härom, måste noggrannheten i de absoluta värdena bedömas ur en jämförelse med tidigare mätningar, och jag anför här följande värden på c_0:

Silver	(hårt)	0,0164	Siemens
»	(mjukt)	0,0147	Siemens
»	(fint, 999,8 ‰)	0,0152 [4])	Jaeger u. Diesselhorst [5])
»	(hårt)	0,0158 [4])	Fitzpatrick [6])
»	(mjukt)	0,0148 [4])	Fitzpatrick [6])

[1]) Detta överensstämmer med Cohns mätningar (a. a. s. 84).

[2]) Vägning utförd med okorrigerade vikter.

[3]) Vid de relativa motståndsmätningarna synes temperaturens inflytande på instrumentens känslighet på grund av kompensation ej hava något inflytande.

[4]) Reduc. till 0° från 18°.

[5]) JAEGER u. DIESSELHORST: Wiss. Abh. d. Phys.-Techn. Reichsanst. III (1900).

[6]) FITZPATRICK: Rep. o. Brit. Ass. Oxf. 1894, 131.

För ledningsmotståndets temperaturkoefficient anges av olika författare värden mellan 0,00341 och 0,00400 [1]), bestämda för olika temperaturintervall.

Gleichmann [2]) finner ett lineärt sammanhang mellan temperatur och motstånd samt anger för γ värdena 0,0043675 och 0,0044097 för *samma* tråd.

I Tab. 15 äro trådarne i båda avdelningarna ordnade efter stigande värden på P_{50}, och det visar sig en otvetydig analogi i sammanhanget mellan dessa värden och den föregående behandlingen för de båda grupperna av försökstrådar. Olikheten i värdet på P_{50} för 10 och 9: 2 sammanhänger därmed, att tråd 10 upphettats till 150° en kortare stund för lackeringen. Vidare framgår av Tab. 15, att sp. motståndet blir mindre i samma mån, som P_{50} växer. Vore därför sammanhanget mellan temperatur och ledningsmotstånd lineärt, skulle sålunda sp. motståndet för två olika behandlade trådar snart bliva lika, då temperaturen växer. Emellertid synes av värdena för γ, att motståndet växer snabbare med temperaturen ju mindre P_{50} är.

Beträffande termoelektromotoriska kraften E_{50-0} råder likaledes en utpräglad analogi mellan de båda grupperna av trådar, och variationerna i värdet äro här relativt mycket större än för P_{50}. Denna storhet är sålunda en vida känsligare mätare på det tillfälliga tillståndet hos en metall än P_{50}, och detta finner åtminstone delvis sin förklaring däri, att man här har att göra med en differensegenskap, i detta fall mellan koppar och silver. Emellertid framgår av Tab. 15 ingen enkel relation mellan E_{50-0} och P_{50}.

Tråd 12: 2 har jag under ytterligare 4 timmar hållit uppvärmd till 200°. Jag har därefter uppmätt P_{50}, men icke kunnat konstatera någon ändring i värdet [3]). Här bör dessutom anmärkas, att trådarna 10 och 9: 2 för känseln föreföllo mjukare än de övriga.

Jämför man dessa resultat med resultaten av tidigare undersökningar, finner man förklaringen därtill, att uppgifterna beträffande silvrets konstanter växla högst betydligt, vara den, att som enda kännetecken på olika former av metalliskt silver använts beteckningarna mjuk och hård eller valsad och utglödgad. Gäller det att skaffa material för ett mera ingående studium av det metalliska tillståndet, blir det nödvändigt att på något sätt söka definiera dessa modifikationer eller åtminstone finna något *normaltillstånd*, vilket alltid kan med noggrannhet reproduceras. Av en jämförelse mellan trådarna 9: 3, 11 och 12: 2 synes, att dessa preparat i elektriskt avseende ligga varandra nära, varav skulle framgå, att en långvarig uppvärmning till en lägre temperatur gör samma verkan som en kortvarig uppvärmning till högre temperatur, och för silvrets vidkommande skulle t. ex. storleken av förhållandet mellan γ och δ kunna begagnas som kriterium på den grad av stabilitet, en viss silvermodifikation har. Då jag icke varit i tillfälle att systematiskt underkasta mina försökstrådar uppvärmning

[1]) Jaeger u. Diesselhorst: Wiss. Abh. d. Phys.-Techn. Reichsanst. III (1900).

[2]) Gleichmann: Diss. Marburg 1894.

[3]) Dewar och Fleming: [Phil. Mag. (5) *36*, 274 (1893)] konstatera, att för *rena*, omsorgsfullt *utglödgade* trådar av platina motståndet är entydigt bestämt av temperaturen.

till bestämda högre temperaturer, och då å andra sidan vissa tenn-silverlegeringar ej tåla högre uppvärmning än till 200° C., har jag för att få jämförbara resultat uppvärmt alla legeringar till denna temperatur under ungefär 4 timmar.

Ur Tab. 5 sid. 18 samt Tab. 14 a sid. 28 beräknas för termoelementet *Pb—Ag* E_{100-0} vara lika med 291 mikrovolt (jfr sid. 24), då Silver 12: 2 betraktas som normalsilver.

De viktigaste resultaten av undersökningarna angående inflytandet av mekanisk inverkan på metallers elektriska egenskaper äro följande: Lisell [1]) har visat, att motståndet minskas vid allsidig kompression för alla av honom undersökta rena metaller. Vid sträckning av metalltrådar avtager, såsom särskilt Tomlinson [2]) visat, motståndet för alla metaller utom nickel och aluminium. Vid sträckning av tunna metallbleck erhölls en minskning i det specifika motståndet, då sträckningen skedde vinkelrätt mot strömriktningen. För silver fann Tomlinson dessa verkningar relativt stora. Vi anföra dessutom, att motståndet växer, då temperaturen höjes. Samtliga dessa fakta kunna sammanfattas i följande regel: Alla faktorer, som öka avståndet mellan molekylerna längs strömriktningen, öka motståndet och tvärtom. Av denna regel synes också skillnaden mellan hårt och mjukt silver kunna beskrivas. En nydragen tråd synes nämligen, efter vad man vet om den mekaniska efterverkan hos metaller, icke kunna uppfattas såsom isotrop, utan såsom permanent komprimerad vinkelrätt mot axeln och permanent sträckt längs axeln. Genom uppvärmning synes denna anisotropi kunna upphävas, eller med andra ord verkan av föregående mekanisk bearbetning kunna utplånas [3]).

---

[1]) Lisell: Diss. Uppsala 1902.

[2]) Tomlinson: a. a.

[3]) I ett arbete av Wagner, Über den Einfluss des hydrostatischen Druckes auf die Stellung der Metalle in der thermoelektrischen Spannungsreihe [Ann. d. Ph. (4) *27*, 955 (1908)], visar förf., att de allra flesta metaller av tryck förskjutas åt det positiva hållet. Av Tab. 15 synes, att hårt silver står Antimonen närmare än det mjuka silvret. Vid Wagners undersökning är det emellertid icke blott den ena metallen, utan också lödstället eller en del därav, som blir utsatt för tryck. Hans resultat äro därför icke utan vidare jämförbara med mina.

Tenn-silverlegeringar.

Framställning och mekaniska egenskaper.

Vid framställning av legeringar med lägre silverhalt än 50 % har jag utgått från rent tenn och en legering innehållande 50 % silver. Denna legering förfärdigade jag på det sättet, att jag i en lerdigel nedsmälte en viss viktsmängd rent silver under pulver av träkol, varefter en lika viktsmängd tenn tillsattes i småportioner under omröring med en träpinne. Den smälta legeringen göts ut i en smal stång, varefter stycken av denna ånyo nedsmältes i digel under tillsats av beräknade mängder tenn. Vid dessa senare smältningar använde jag dels harts, dels fosforsalt såsom flussmedel.

Vid framställning av de silverrikare legeringarna har jag till det *smälta* silvret satt beräknade mängder tenn och använt fosforsalt eller borax som flussmedel.

För att erhålla gjutna trådar har jag begagnat en gjutform sådan som fig. 7 visar. Den består av två cirkulära täljstensplattor, som sammanhållas av järnbultar. På bottenplattans övre sida är en spiralformig ränna utsvarvad. Den övre plattan *L* är genomborrad med två hål, vilka, då formen är hopskruvad, befinna sig mitt över rännans början och slut. Sedan formen uppvärmts till en temperatur nära legeringens smältpunkt, och luften utdrivits ur densamma därigenom, att ett stycke harts nedsläppts i hålet *G*, hälldes den smälta legeringen i götet *G*, varefter formen fick långsamt svalna. Dessa formar tåla en upphettning till c:a 800° C.

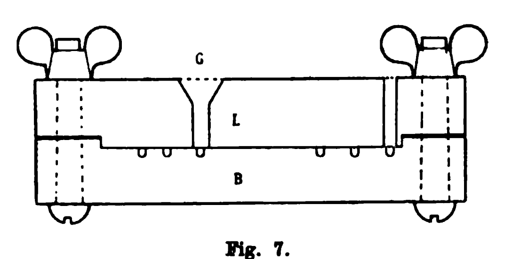


Fig. 7.

Emellertid har jag på detta sätt ej kunnat erhålla gjutna trådar av tenn-silverlegeringar med högre silverhalt än 50 %, enär dylika trådar åtminstone vid långsam avsvalning visat sig så spröda, att de ej kunnat tagas hela ur formen. För legeringar med högre silverhalt än 50 % har jag använt kolformar, förfärdigade av båglampskol, därigenom att »veken» urborrats till en längd av c:a 20 cm.

Sedan kolet placerats i en täljstensfot och omgivits med glödande träkol inom en asbestcylinder, har formen fyllts med den smälta legeringen och i regel fått långsamt svalna. Då av de på detta sätt erhållna stavarna den, som beräknats skola innehålla 60 % silver, visade sig så spröd, att den ej kunde tagas ut av formen hel, nödgades jag här åstadkomma hastig kylning genom att långsamt nedsänka den glödande kolformen i vatten. Denna legering visade sig emellertid, även på detta sätt framställd, mycket spröd.

Utom dessa gjutna preparat har jag skaffat mig valsade trådar genom att gjuta ut den smälta legeringen i ett göt av båglampskol till stänger av c:a 4 cm:s längd och 7 mm:s tjocklek, vilka därefter valsades till trådar med kvadratiskt tvärsnitt. Avkylningen har här försiggått betydligt hastigare än vid framställningen av de gjutna trådarna. Såväl de gjutna som de valsade preparaten hava därefter lackerats och under ungefär 4 timmar hållits uppvärmda till 200° C. Legeringarna har jag numrerat efter den beräknade procenthalten av silver samt betecknat gjutna legeringar med *A* och valsade med *B*, så att t. ex. Leg. 40 *B* betecknar en utvalsad tråd med ungefär 40 % silverhalt.

Legeringarna upp till 30 % silverhalt avvika till sina yttre egenskaper helt obetydligt från rent tenn. Hos gjutna preparat kan man iakttaga det bekanta knastrandet vid böjning etc. Legering 40 *A* börjar visa sig mindre böjlig och redan 50 *A* låter böja sig endast obetydligt, innan den brister. Såsom förut nämnts, är 60 *A*, så som jag framställt den, mycket spröd, finkornig i brottet, samt förhåller sig vid filning ungefär som hård mässing. Leg. 70 *A*, gjuten och långsamt avkyld, står vad böjligheten beträffar mycket nära 50 *A*, men är betydligt hårdare än denna. Leg. 85 *A*, gjuten och långsamt avkyld, visade sig mycket böjlig. Valsade preparat har jag lyckats framställa endast av legeringarna upp t. o. m. 40 % samt från och med 85 % silverhalt. De valsade trådarna 85 *B* och 90 *B* visa en utomordentlig styvhet och hava tydligt framträdande kristallstruktur i brottytan. Vid mätningen av dessa legeringars termoelektriska krafter hava de valsade legeringarna överhuvudtaget givit mera konstanta resultat och visat sig äga en vida högre grad av homogenitet än de gjutna preparaten. Detta beror sannolikt därpå, att man vid valsningen åstadkommer en sönderkrossning av större kristaller samt i viss mån omröring. Möjligen kan vid de gjutna preparaten sägring hava förekommit och givit anledning till heterogenitet. Vid upphettning med fri bläster utpressas ur alla legeringar upp till 70 % silverhalt små fina droppar av lättsmältare legering än huvudmassan, ett tydligt bevis på deras heterogenitet. Legeringarna 85 och 90 visa ej detta fenomen, och denna deras homogenitet gör det möjligt att genom uppvärmning till högre temperatur göra dem mjukare, så att de tillåta förnyad valsning. Å sidd. 35–45 angivas resultaten av mätningarna beträffande termoelektriska kraften och ledningsmotståndets temperaturkoefficient. Till dessa tabeller bör anmärkas, att vid mätningen av termoelektriska kraften för legeringarna 60 *A*, 70 *A*, 80 A_2, 85 *A* och 85 *B* använts den anordning, som fig. 8 visar. Två långsträckta parallellipi-

pediska lådor av kopparbleck kommunicera genom ett glasrör. I detta fastsattes med en kork den metallstav, vars termoelektriska kraft skulle mätas, varefter kontaktklotsarne fastskruvades. Det ena kontaktstället avkyldes med is, och det andra

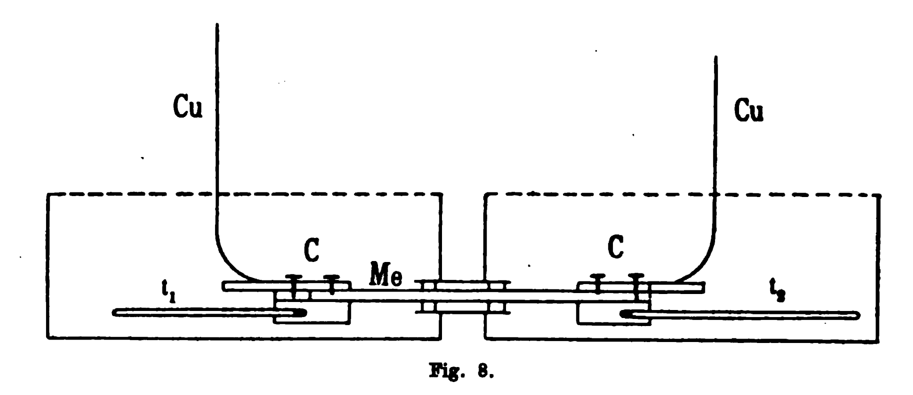


Fig. 8.

uppvärmdes med kokande vatten. Temperaturerna mättes här med andra termometrar än de å sid. 14 beskrivna. Denna anordning ger ej ens tillnärmelsevis så konstanta temperaturer som de vid övriga mätningar använda termostaterna. Dessutom visade sig de undersökta stavarne av ovannämnda legeringar fysikaliskt heterogena, såsom synes av de termoelektriska mätningarna. Tabb. 35 och 36 innehålla en sammanfattning av de övriga.

Analys.

Analyserna av legeringarna hava utförts av Kand. B. Psilanderhielm å härvarande Medicinskt-Kemiska Laboratorium på det sättet, att 0,5—1 gr. av legeringen på vattenbad behandlats med konc. salpetersyra under 1—4 timmar, varvid tennet överförts till olöslig metatennsyra och silvret gått i lösning. Sedan överskjutande salpetersyra fått avdunsta, har tennsyran frånfiltrerats och vägts, varefter silvret i filtratet på vanligt sätt bestämts i form av silverklorid. Vid analysen har det visat sig, att legeringarna utan undantag angripits lättare av salpetersyran ju större silverhalten varit.

Utgångsmaterialierna hava varit rent silver (puriss. pro anal.) i form av bleck samt rent tenn (puriss. pro anal.), bådadera från E. Merck, Darmstadt. Någon särskild prövning av dessa metallers renhetsgrad har ej företagits. Dock giva analyserna en indirekt sådan, därigenom att summan av procenttalen för silver och tenn vid de flesta analyser med högst 0,05 % avvikit från 100. Då det visat sig, att strukturheterogenitet inverkar starkt på mätningarna, har jag ej angivit analysresultaten med större noggrannhet än 0,1 %.

Tenn 1. Gjuten.

Tab. 16 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 800 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	$t_2 - t_1$ obs.	$t_2 - t_1$ korr.	E obs.	E red.	$M(E)$	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	153,08	152,72	153,03	153,10
b	0,12	50,0	49,88	50,1	153,66	153,35		
a	0,12	99,92	99,80	99,9	322,89	323,21	323,54	323,40
b	0,14	99,98	99,84	99,9	323,54	323,86		
a	0,12	150,51	150,39	149,8	510,67	511,36	510,81	510,87
b	0,12	150,60	150,48	149,9	509,92	510,26		

$\alpha = 2{,}8901.$ $\beta = 0{,}008488.$

Tab. 16 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 3 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	8029	8029		
50,0	50,1	9876	9856	1827	9860
99,8	99,8	11724	11747	3718	11739
150,7	150,0	13660	13660	5631	13664

$m_0 = 0{,}034$ ohm. $\gamma = 0{,}0045027.$ $\delta = 0{,}000001176.$ $P_s = 46{,}20.$ $P_a = 31{,}60.$

Tenn 3. Valsad.

Tab. 17 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 800 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	$t_2 - t_1$ obs.	$t_2 - t_1$ korr.	E obs.	E red.	$M(E)$	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	151,93	151,68	151,80	152,52
b	0,12	50,0	49,88	50,1	152,27	151,97		
a	0,12	99,90	99,78	99,9	322,32	322,64	323,29	321,82
b	0,12	99,96	99,84	99,9	323,62	323,94		
a	0,12	150,72	150,60	150,0	508,62	508,62	507,24	507,97
b	0,12	150,52	150,40	149,8	505,18	505,86		

$\alpha = 2{,}8825.$ $\beta = 0{,}003360.$

Tab. 17 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 5 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	10014	10014		
50,0	50,1	12246	12222	2208	12246
99,9	99,9	14644	14659	4645	14612
149,95	149,25	17004	17089	7075	17113

$m_0 = 0{,}048$ ohm. $\gamma = 0{,}0048225.$ $\delta = 0{,}000002688.$ $P_s = 45{,}91.$ $P_a = 31{,}48.$

Leg. 3 A_2.

Analys: 97,5 % *Sn*; 2,4 % *Ag*.

Tab. 18 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 700 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2–t_1 obs.	t_2–t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,16	50,0	49,84	50,0	150,8	150,8	153,5	154,3
b	0,12	50,0	49,88	50,1	156,5	156,2		
a	0,12	99,71	99,59	99,7	326,4	327,4	324,7	323,1
b	0,12	99,73	99,61	99,7	320,9	321,9		
a	0,12	150,50	150,38	149,8	500,2	500,9	505,8	506,6
b	0,12	150,55	150,43	149,8	509,9	510,6		

$\alpha = 2,9898.$ $\beta = 0,002916.$

Tab. 18 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 2 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	9135	9135		
50,0	50,1	11177	11155	2020	11160
99,8	99,8	13312	13339	4204	13330
150,1	149,4	15578	15640	6505	15645

$m_0 = 0,016$ ohm. $\gamma = 0,004274.$ $\delta = 0,000003179.$ $P_s = 45,92.$ $P_a = 31,47.$

Leg. 3 B_2.

Analys: 97,6 % *Sn*; 2,4 % *Ag*.

Tab. 19 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 400 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2–t_1 obs.	t_2–t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	101,10	100,90	100,80	100,82
b	0,12	50,0	49,88	50,1	100,90	100,70		
a	0,12	99,75	99,63	99,7	213,72	214,36	214,10	214,05
b	0,12	99,75	99,63	99,7	213,20	213,84		
a	0,12	150,65	150,53	149,9	340,07	340,30	339,67	339,69
b	0,12	150,74	150,62	150,0	339,03	339,03		

$\alpha = 1,8924.$ $\beta = 0,002482.$

Tab. 19 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 4 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	10138	10138		
50,0	50,1	12353	12328	2190	12338
99,6	99,6	14655	14713	4575	14693
150,4	149,7	17157	17191	7053	17201

$m_0 = 0,020$ ohm. $\gamma = 0,004188.$ $\delta = 0,000003904.$ $P_s = 44,92.$ $P_a = 30,99.$

Leg. 10 A.

Analys: 90,2 % *Sn*; 9,8 % *Ag*.

Tab. 20 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 500 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	$M(E)$	E ber.
a	0,14	50,00	49,86	50,1	140,28	140,00	140,1	140,0
b	0,12	50,00	49,88	50,1	140,53	140,25		
a	0,14	99,82	99,68	99,8	294,78	295,37	294,8	294,5
b	0,12	99,81	99,69	99,8	292,69	293,29		
a	0,14	150,79	150,65	150,1	463,97	463,66	463,5	463,4
b	0,12	150,80	150,68	150,1	463,67	463,86		

$\alpha = 2,6556$. $\beta = 0,002892$.

Tab. 20 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 3 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	6579	6579		
50,0	50,1	8035	8019	1440	8024
99,75	99,75	9557	9581	3002	9571
150,1	149,4	11170	11215	4636	11220

$m_0 = 0,019$ ohm. $\gamma = 0,004238$. $\delta = 0,000003101$. $P_s = 45,49$. $P_a = 31,27$.

Leg. 10 B₂.

Analys: 90,2 % *Sn*; 9,7 % *Ag*.

Tab. 21 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 500 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	$M(E)$	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	132,49	132,23	132,32	132,37
b	0,12	50,0	49,88	50,1	132,67	132,41		
a	0,12	99,94	99,82	99,9	280,73	281,01	281,15	281,06
b	0,12	99,97	99,85	100,0	281,29	281,29		
a	0,12	150,60	150,48	149,9	445,61	445,91	445,97	446,02
b	0,12	150,64	150,52	149,9	445,72	446,02		

$\alpha = 2,4844$. $\beta = 0,006260$.

Tab. 21 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 7 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	7696	7696		
50,0	50,1	9385	9366	1670	9369
99,9	99,9	11127	11138	3442	11132
150,3	149,6	12949	12984	5288	12987

$m_0 = 0,050$ ohm. $\gamma = 0,004229$. $\delta = 0,000002360$. $P_s = 44,65$. $P_a = 30,87$.

Leg. 20 A.

Analys: 81,9 % *Sn*; 18,0 % *Ag*.

Tab. 22 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 500 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	131,2	130,9	131,7	130,1
b	0,12	50,0	49,88	50,1	132,7	132,4		
a	0,12	99,66	99,54	99,6	267,9	269,0	269,8	273,1
b	0,12	99,65	99,53	99,6	269,5	270,6		
a	0,12	150,1	149,98	149,4	425,6	427,3	430,7	429,1
b	0,12	150,0	149,88	149,8	432,0	434,0		

$\alpha = 2{,}4716.$ $\beta = 0{,}002592.$

Tab. 22 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 3 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	6621	6621		
50,0	50,1	8062	8046	1425	8055
99,9	99,9	9582	9592	2971	9574
150,9	150,2	11185	11170	4549	11179

$m_0 = 0{,}019$ ohm. $\gamma = 0{,}004202.$ $\delta = 0{,}000002579.$ $P_s = 44{,}60.$ $P_a = 30{,}85.$

Leg. 20 B_2.

Analys: 80,7 % *Sn*; 19,3 % *Ag*.

Tab. 23 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 400 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	122,20	121,96	121,83	121,95
b	0,12	50,0	49,88	50,1	121,94	121,70		
a	0,12	99,91	99,79	99,9	258,21	258,47	258,20	257,95
b	0,12	99,93	99,81	99,9	257,67	257,93		
a	0,12	150,55	150,43	149,8	406,86	407,40	407,88	408,00
b	0,12	150,65	150,53	149,9	408,06	408,35		

$\alpha = 2{,}2986.$ $\beta = 0{,}002810.$

Tab. 23 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 7 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	6638	6638		
50,0	50,1	8063	8047	1409	8043
100,2	100,2	9535	9516	2878	9525
150,5	149,8	11073	11088	4450	11084

$m_0 = 0{,}043$ ohm. $\gamma = 0{,}004116.$ $\delta = 0{,}000002326.$ $P_s = 43{,}49.$ $P_a = 30{,}81.$

Leg. 30 A.

Analys: 69,6 % *Sn*; 30,2 % *Ag*.

Tab. 24 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 500 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	118,29	118,05	117,29	117,98
b	0,12	50,0	49,88	50,1	116,75	116,52		
a	0,12	99,67	99,55	99,7	244,76	245,49	245,91	244,52
b	0,12	99,72	99,60	99,7	245,58	246,32		
a	0,12	150,38	150,26	149,7	378,04	378,80	378,98	379,62
b	0,12	150,49	150,37	149,8	378,55	379,05		

α = 2,2741. β = 0,001712.

Tab. 24 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 2 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	7900	7900		
50,0	50,1	9575	9556	1656	9560
99,7	99,7	11294	11328	3428	11320
150,8	149,6	13141	13176	5276	13180

m_0 = 0,015 ohm. γ = 0,004076. δ = 0,000002582. P_s = 43,29. P_a = 30,21.

Leg. 30 B.

Analys: 69,9 % *Sn*; 30,1 % *Ag*.

Tab. 25 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 500 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	110,76	110,54	110,75	110,77
b	0,12	50,0	49,88	50,1	111,17	110,95		
a	0,12	99,68	99,56	99,7	231,06	231,75	232,72	232,67
b	0,12	99,64	99,52	99,6	232,76	233,69		
a	0,12	150,54	150,42	149,8	363,72	364,20	365,68	365,70
b	0,12	150,56	150,44	149,8	366,68	367,16		

α = 2,1042. β = 0,002226.

Tab. 25 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 5 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	11125	11125		
50,0	50,1	13483	13456	2331	13457
99,7	99,7	15829	15876	4751	15875
150,2	149,5	18319	18380	7255	18381

m_0 = 0,058 ohm. γ = 0,004118. δ = 0,000001564. P_s = 42,70. P_a = 29,92.

Leg. 40 A.

Analys: 60,4 % *Sn*; 39,7 % *Ag*.

Tab. 26 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 400 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	98,82	98,62	98,54	98,74
b	0,12	50,0	49,88	50,1	98,65	98,45		
a	0,12	99,81	99,69	99,8	205,80	205,71	205,46	205,07
b	0,12	99,76	99,64	99,7	204,59	205,20		
a	0,12	150,20	150,08	149,5	318,62	319,68	318,80	319,00
b	0,12	150,19	150,07	149,5	316,86	317,92		

$\alpha = 1{,}8968.$ $\beta = 0{,}001519.$

Tab. 26 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 2 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	8050	8050		
50,0	50,1	9699	9680	1630	9676
100,1	100,1	11377	11366	3316	11374
150,4	149,7	13121	13147	5097	13143

$m_0 = 0{,}016$ ohm. $\gamma = 0{,}003951.$ $\delta = 0{,}000001779.$ $P_s = 41{,}29.$ $P_a = 29{,}22.$

Leg. 40 B.

Analys: 59,1 % *Sn*; 40,8 % *Ag*.

Tab. 27 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 400 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	94,62	94,43	94,46	94,87
b	0,12	50,0	49,88	50,1	94,68	94,49		
a	0,12	99,79	99,67	99,8	198,96	199,36	199,50	198,68
b	0,12	99,74	99,62	99,7	198,04	199,63		
a	0,12	150,35	150,23	149,6	310,53	311,36	311,00	311,42
b	0,12	150,39	150,27	149,7	310,01	310,63		

$\alpha = 1{,}8081.$ $\beta = 0{,}001786.$

Tab. 27 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 5 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	7914	7914		
50,0	50,1	9486	9467	1553	9485
99,6	99,6	11112	11156	3242	11118
151,0	150,8	12819	12793	4879	12811

$m_0 = 0{,}038$ ohm. $\gamma = 0{,}003895.$ $\delta = 0{,}000001587.$ $P_s = 40{,}49.$ $P_a = 28{,}82.$

Leg. 50 A.

Analys: 50,7 % *Sn*; 49,4 % *Ag*.

Tab. 28 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 200 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)	E ber.
a	0,34	50,0	49,66	49,9	75,47	75,62	75,44	75,12
b	0,30	50,0	49,70	49,9	75,11	75,26		
a	0,32	99,75	99,43	99,5	153,67	154,44	154,24	154,86
b	0,30	99,82	99,52	99,6	153,42	154,06		
a	0,30	150,41	150,11	149,5	238,27	239,06	239,52	239,21
b	0,32	150,22	149,90	149,8	238,87	239,98		

$\alpha = 1{,}4565$. $\beta = 0{,}000922$.

Tab. 28 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 2 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	5150	5150		
50,0	50,1	6126	6114	964	6114
99,9	99,9	7118	7125	1975	7124
150,1	149,4	8147	8180	3030	8180

$m_0 = 0{,}010$ ohm. $\gamma = 0{,}003656$. $\delta = 0{,}000001779$. $P_s = 38{,}34$. $P_a = 27{,}71$.

Leg. 60 A.

Analys: 40,3 % *Sn*; 59,7 % *Ag*.

Tab. 29 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 100 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)
a	0,10	99,2	99,1	99,4	89,84	90,38	90,58
b	0,12	99,2	99,1	99,4	90,24	90,78	

Tab. 29 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 1 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	827	827		
50,0	50,1	957	955	128	955
99,9	99,9	1086	1087	260	1087
150,2	149,5	1217	1221	394	1221

$m_0 = 0{,}001$ ohm. $\gamma = 0{,}003061$. $\delta = 0{,}000000774$. $P_s = 31{,}4$. $P_a = 23{,}9$.

Leg. 70 A.

Analys: 29,4 % *Sn*; 70,6 % *Ag*.

Tab. 30 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 50 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2–t_1 obs.	t_2–t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)
a	0,15	99,7	99,6	99,9	27,19	27,22	26,63
b	0,40	99,5	99,1	99,4	25,89	26,04	

Tab. 30 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 1 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	3026	3026		
50,0	50,1	3409	3402	376	3402
100,0	100,0	3781	3781	755	3781
150,7	150,0	4164	4164	1138	4164

m_0 = 0,008 ohm. γ = 0,002478. δ = 0,000000225. P_s = 24,96. P_a = 19,97.

Leg. 80 A_2.

Analys: 19,5 % *Sn*; 80,5 % *Ag*.

Tab. 31 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 200 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2–t_1 obs.	t_2–t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)
a	0,1	99,2	99,1	99,4	161,42	162,39	160,1
b	0,1	99,4	99,3	99,6	157,27	157,90	

Tab. 31 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 1 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	13565	13565		
50,0	50,1	13745	13718	153	13720
100,0	100,0	13941	13941	376	13937
150,1	149,4	14158	14214	649	14216

m_0 = 0,014 ohm. γ = 0,0001828. δ = 0,000000912. P_s = 2,74. P_a = 2,67.

Leg. 85 A.

Analys: 17,2 % *Sn*; 82,9 % *Ag*.

Tab. 32 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 200 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)
a	0,1	98,7	98,6	98,9	161,7	163,5	163,8
b	0,2	99,0	98,8	99,1	162,6	164,1	

Tab. 32 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 2 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	3500	3500		
50,0	50,1	3552	3545	45	3547
100,0	100,0	3595	3595	95	3592
150,8	150,1	3635	3633	133	3635

m_0 = 0,007 ohm. γ = 0,000272. δ = — 0,000000108. P_s = 2,62. P_a = 2,56.

Leg. 85 B.

Analys: 14,7 % *Sn*; 85,3 % *Ag*.

Tab. 33 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 200 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	M (E)
a	0,15	99,7	99,55	99,9	141,2	141,3	142,1
b	0,12	99,7	99,58	99,9	142,7	142,8	

Tab. 33 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 1 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	9631	9631		
50,0	50,1	9760	9740	109	9743
99,9	99,9	9857	9867	236	9864
150,4	149,7	9971	9991	361	9993

m_0 = 0,028 ohm. γ = 0,000222. δ = 0,000000191. P_s = 2,42. P_a = 2,36.

Leg. 90 B.

Analys: 7,9 % *Sn*; 92,1 % *Ag*.

Tab. 34 a. *Termoelektrisk kraft.* shunt 300 ohm.

	t_1 obs.	t_2 obs.	t_2-t_1 obs.	t_2-t_1 korr.	E obs.	E red.	$M(E)$	E ber.
a	0,12	50,0	49,88	50,1	95,21	95,08	94,81	94,57
b	0,12	50,0	49,88	50,1	94,79	94,60		
a	0,12	100,00	99,88	100,0	202,42	202,42	202,69	203,18
b	0,12	100,05	99,93	100,0	202,96	202,96		
a	0,12	150,16	150,04	149,4	324,74	326,03	326,09	325,85
b	0,12	150,20	150,08	149,5	325,06	326,14		

$\alpha = 1,7508$. $\beta = 0,002810$.

Tab. 34 b. *Ledningsmotst. temp.-koeff.* shunt 7 ohm.

t obs.	t korr.	m obs.	m red.	Δm	m ber.
0	0	13910	13910		
50,0	50,1	14141	14113	203	14112
100,1	100,1	14364	14350	440	14353
150,5	149,8	14617	14636	726	14635

$m_0 = 0,091$ ohm. $\gamma = 0,000261$. $\delta = 0,000000575$. $P_s = 3,19$. $P_a = 3,09$.

Tab. 35. *Termoelektriska kraften för tenn-silverlegeringar.*

Leg.	% *Ag*	α	$\beta \cdot 10^3$	E_{100-0} *volt* $\cdot 10^{-6}$
Tenn 1		2,890	3,488	323,5
3 A_2	2,4	2,940	2,916	324,7
10 A	9,8	2,656	2,892	294,3
20 A	18,0	2,472	2,592	269,8
30 A	(30,3)	2,274	1,712	245,9
40 A	39,7	1,899	1,519	205,5
50 A	49,4	1,457	0,922	154,2
60 A	59,7			90,6
70 A	70,6			26,6
80 A_2	80,5			160,1
85 A	(82,8)			163,8
Tenn 3		2,883	3,360	323,3
3 B_2	2,4	1,892	2,482	214,1
10 B_2	9,7	2,484	3,260	281,2
20 B_2	19,3	2,299	2,810	258,2
30 B	30,1	2,104	2,226	232,7
40 B	40,8	1,808	1,786	199,5
85 B	85,3			142,1
90 B	92,1	1,751	2,810	202,7
Silver 12: 2	100,0	0,177	0,567	24,0

Tab. 36. *Ledningsmotståndets temperaturkoefficient för tenn-silverlegeringar.*

Leg.	% Ag	% Sn	m_0	$\gamma \cdot 10^3$	$\delta \cdot 10^6$	P_s
Tenn 1		100,0	0,084	4,50	1,18	31,6
3 A_2	2,4	97,5	0,016	4,27	3,18	31,5
10 A	9,8	90,2	0,019	4,24	3,10	31,8
20 A	18,0	81,9	0,019	4,20	2,58	30,9
30 A	30,2	69,6	0,015	4,08	2,58	30,2
40 A	39,7	60,4	0,016	3,95	1,78	29,2
50 A	49,4	50,7	0,010	3,66	1,78	27,7
60 A	59,7	40,8	.0,001	3,06	0,77	23,9
70 A	70,6	29,4	0,008	2,47	0,28	20,0
80 A_2	80,5	19,5	0,014	0,18	0,91	2,7
85 A	82,9	17,2	0,007	0,27	— 0,10	2,6
Tenn 3		100,0	0,048	4,82	2,69	31,5
3 B_2	2,4	97,6	0,020	4,19	3,04	31,0
10 B_2	9,7	90,2	0,050	4,28	2,86	30,9
20 B_2	19,8	80,7	0,048	4,12	2,83	30,8
30 B	30,1	69,9	0,058	4,11	1,56	29,9
40 B	40,8	59,1	0,088	3,90	1,54	28,8
85 B	85,8	14,7	0,028	0,22	0,19	2,4
90 B	92,1	7,9	0,091	0,26	0,58	3,1
Silver 12:2	100,0		0,009	4,01	0,84	29,1

Diskussion av resultaten.

Av nu anförda tabeller framgår beträffande termoelektromotoriska kraften mellan dessa legeringar och koppar, att den följer Avenarius' formel med tillfredsställande noggrannhet. För förhållandet mellan α och β synes det icke råda någon enkel lag. Härvid bör det emellertid anmärkas, att detta förhållande är mycket känsligt för ett mätningsfel av det skäl, att elektromotoriska krafterna endast uppmätts för tre temperaturintervall. Överallt har β samma tecken som α. Då jag icke bestämt α och β för alla legeringarna, har jag ej grafiskt framställt dessa. Storheten E_{100-0} har jag däremot bestämt för samtliga legeringar, och dessa värden återfinnas i fig. 9. Värdena för valsade preparat har jag utmärkt med en o. Av denna fig. synes, att värdena för A- och B-trådar såväl för rent tenn som för legeringar med 10 till 40 % silver visa någorlunda god inbördes överensstämmelse, under det att legeringarna 3 och 85 giva olika värden, allt eftersom de äro gjutna eller valsade. Av tabellerna synes vid jämförelse mellan a- och b-värdena, att de valsade trådarne i allmänhet äro mera homogena än de gjutna. Särskilt leg. 80 A_2 visar sig avsevärt heterogen.

Denna heterogenitet kan möjligen i någon mån bero på mekanisk eller termisk efterverkan. För jämförelses skull anför jag emellertid här i fig. 10 det jämviktsdiagram, i vilket Petrenko [1]) sammanfattat resultaten av tenn-silverlegeringarnas ter-

[1]) PETRENKO: Zschr. f. anorg. Ch. *53*, 210 (1907).

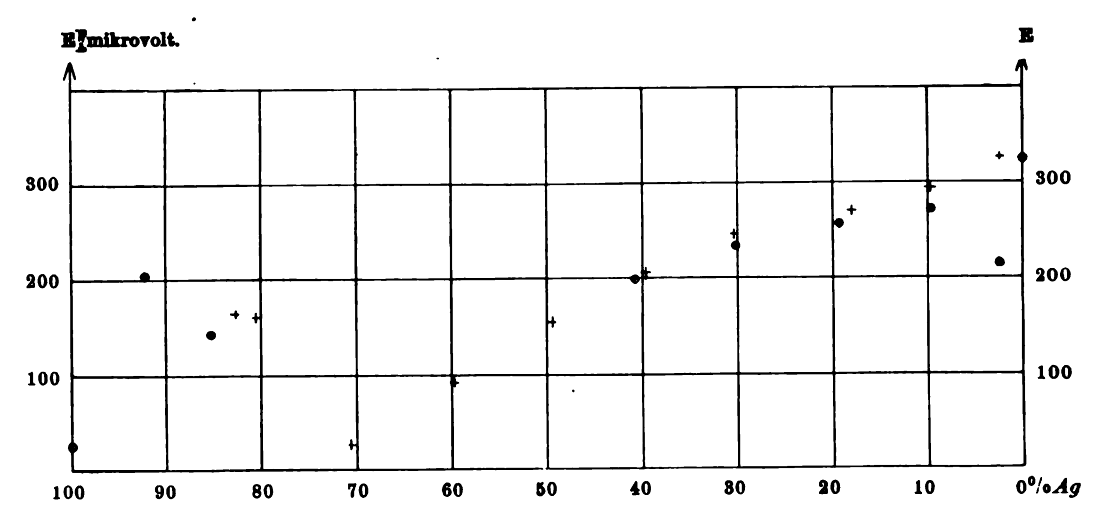


Fig. 9. Termoelektromotorisk kraft för tenn-silverlegeringar.

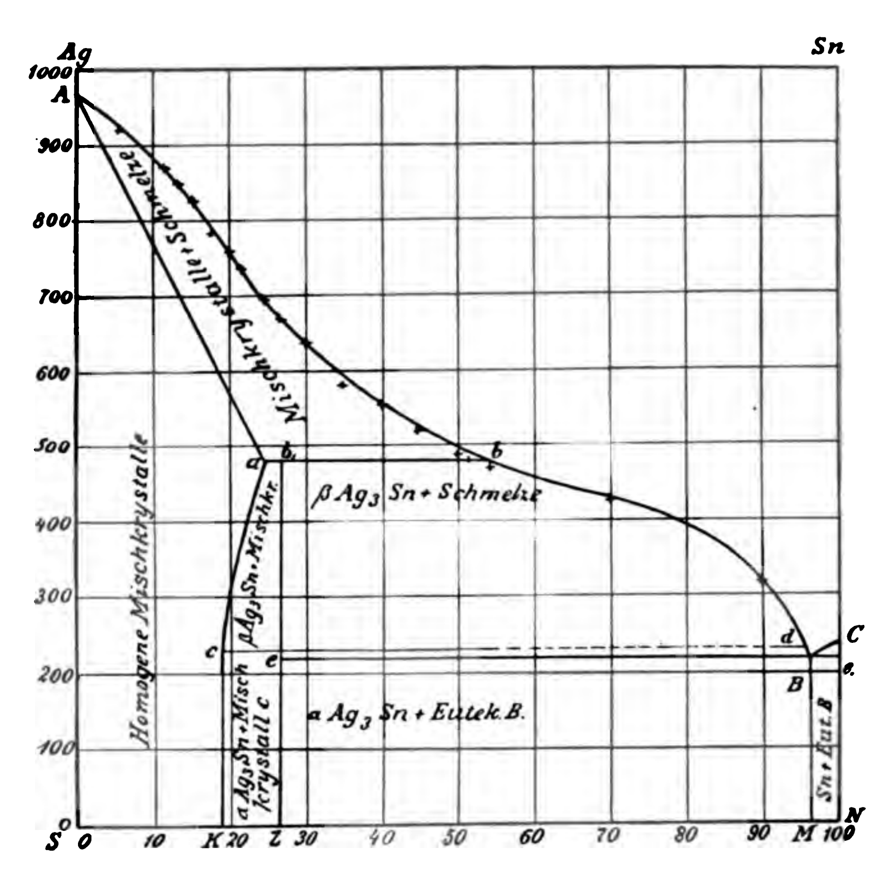


Fig. 10. Jämviktsdiagram för tenn-silverlegeringar.

miska analys. Av denna framgår, att leg. 3 A_2 och leg. 3 B_2 falla mellan M och N d. v. s. den stelnade smältan innehåller rent tenn och eutektikum B. Värdet på E_{100-0} för leg. 3 A_2 sammanfaller mycket nära med motsvarande värde för rent tenn.

Om den mikroskopiska analysen av dessa legeringar nämner Petrenko intet. Det förefaller emellertid ej orimligt, att sägring här kan förekomma på grund av olikheten i sp. vikt mellan Ag_3Sn och Sn, och att detta skulle vara förklaringen till denna olikhet. För leg. 3 B_2 kan en dylik heterogenitet i blandningen genom valsningen hava blivit upphävd (se sid. 33). En jämförande undersökning härav mellan tenn-silverlegeringar och motsvarande bly-silverlegeringar är redan påbörjad. De fyra paren av legeringar med 10—40 % silver falla alla inom området bB på fig. 10. Dessa bestå således av α Ag_3Sn + eutektikum B.

Resultaten av Petrenkos mikroskopiska undersökning av tenn-silverlegeringar vill jag här i korthet referera. Legeringar med 3,5 till 48 % Ag äro kvalitativt oberoende av avkylningshastigheten samt innehålla 3 (2) strukturelement. Legeringar med 48 till 73 % Ag visa efter hastig avkylning tre strukturelement, vid långsam två eller ett. Legeringar med 73 till 83 % Ag innehålla likaledes tre strukturelement, om de få svalna hastigt, men endast två efter långsam avkylning och kunna efter plötslig avkylning från 490° fås med endast ett strukturelement. I legeringar med 83 till 95 % Ag finnas i regel två strukturelement, men om legeringarna få svalna mycket långsamt (leg. 85 A)[1]), kunna de erhållas fullt homogena, och på slipprov synas då större eller mindre polygoner. Till denna sistnämnda typ höra slutligen legeringarna med 95 till 100 % Ag.

Av dessa förhållanden förklaras lätt å ena sidan överensstämmelsen mellan värdena på E_{100-0} för leg. 10—leg. 40 och å andra sidan diskontinuiteten i motsvarande storhet för legeringar med högre silverhalt. Det bör således sannolikt erhållas flera olika kurvor inom dessa områden, och då jag tillsvidare icke haft lämplig ugn för undersökningen av avkylningshastighetens betydelse för dessa legeringar, har jag avstått från att söka konstruera någon kurva för E_{100-0}. För jämförelses skull anför jag i fig. 11 den kurva, som enligt Puschins [2]) undersökningar återger tenn-silverlegeringarnas elektrokemiska potential. Såsom av denna synes, äro värdena mellan 70 och 100 atomprocent silver tämligen växlande. För övrigt kan hänvisas till analogien mellan denna grupp av tenn-silverlegeringar och Al-Zn-legeringarna, vilkas ledningsmotstånd undersökts av Sturm [3]). Dessa visa sig i synnerligen hög grad beroende av sin termiska förbehandling, och Sturm har i sitt diagram konstruerat ej mindre än fem delvis hypotetiska kurvor, vilka skulle ange sammanhanget mellan deras sp. ledningsmotstånd och procentiska sammansättning.

Av fig. 9 framgår emellertid alldeles otvetydigt, att E_{100-0} för tenn-silverlegeringarna har ett minimum vid c:a 70 % silver. För ytterligare jämförelse hänvisas till Maeys [4]) kurva för tenn-silverlegeringarnas sp. volym. Denna består av två räta linjer, som träffas vid omkr. 70 % Ag. Kontraktionen uppgår här till c:a 5 %.

[1]) se sid. 33.
[2]) PUSCHIN: Zschr. f. anorg. Ch. *56*, 21 (1908).
[3]) STURM: Diss. Rostock 1904.
[4]) MAEY: Zschr. f. physik. Ch. *38*, 297 (1901).

I tab. 36 finnas värdena för γ och δ samt P_a för samma legeringar. Även här äro såväl γ som δ av samma tecken. För det valsade tennet är förhållandet mellan δ och γ ungefär dubbelt så stort som för det gjutna, ehuru P_a för båda preparaten är mycket nära detsamma. Skulle denna olikhet bero på ren mekanisk efterverkan, borde man av jämförelsen med resultaten beträffande silvret [1]) draga den slutsatsen, att efterverkan ej hunnit tillräckligt utplånas under den 4 timmar

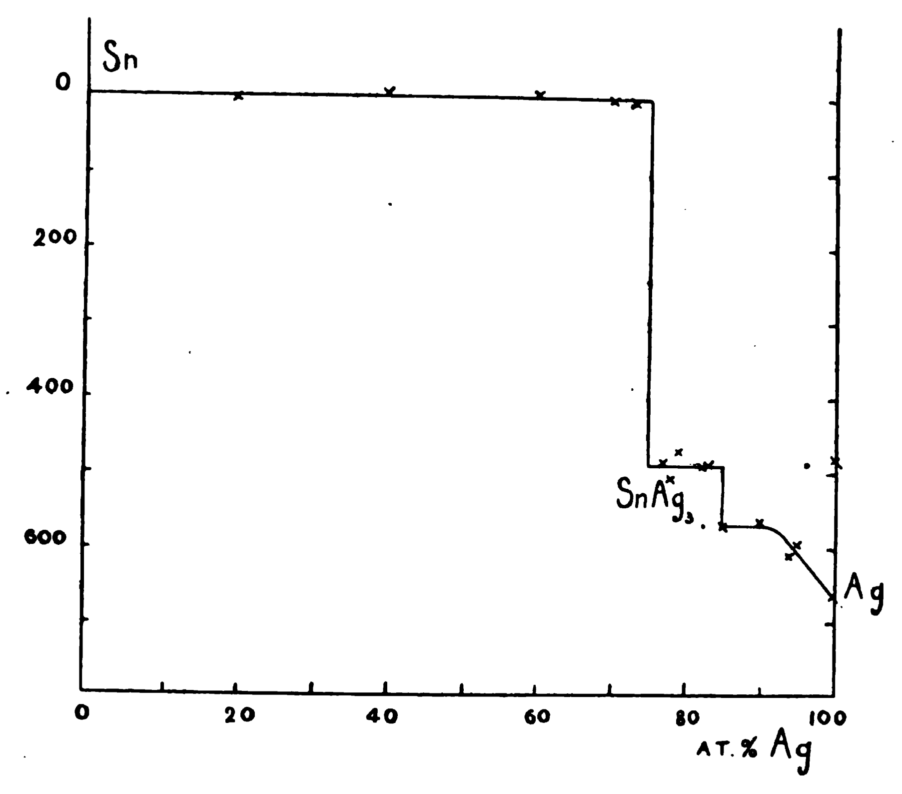


Fig. 11. Tenn-silverlegeringarnas elektrokemiska potential.

långa uppvärmningen till 200° C. Härvid bör dock ihågkommas, att det gjutna tennet skiljer sig från det valsade i vida högre grad än de olika silvertrådarna, nämligen med avseende på kristallstrukturen. För legeringarna är däremot δ genomgående mindre för de valsade preparaten än för de gjutna.

Sammanhanget mellan värdet på P_a och legeringarnas procentiska sammansättning finnes grafiskt framställt i fig. 12. Liksom i fig. 9 äro B-värdena utmärkta med en o. Analogt med E_{100-0} visar sig P_a för legeringarna 3 B_2 och 10 B_2 ligga något under värdena på samma storhet för de gjutna preparaten. Vid konstruktionen av kurvan i fig. 12 har jag icke tagit hänsyn till leg. 60 A, då denna vid framställningen blivit plötsligt kyld med vatten. Enligt fig. 10 bör denna legering

[1]) Se sid. 30.

sannolikt innehålla β Ag_3Sn + eutektikum *B* samt »*Mischkrystalle*», under det att legeringarna 10 till och med 50 *A* samt 70 *A* utgöras av α Ag_3Sn + eutektikum *B*. Av fig. 12 framgår, att storheten P_a avtager nästan lineärt från det rena tennet till och med leg. 50 *A*. Den faller därefter först långsamt, sedan hastigt. Vid omkring 74 % silver har den en inflexionspunkt samt vid 85 ett minimum. Inflexionspunkten synes motsvara föreningen Ag_3Sn, och kurvans minimiområde innefattar de legeringar,

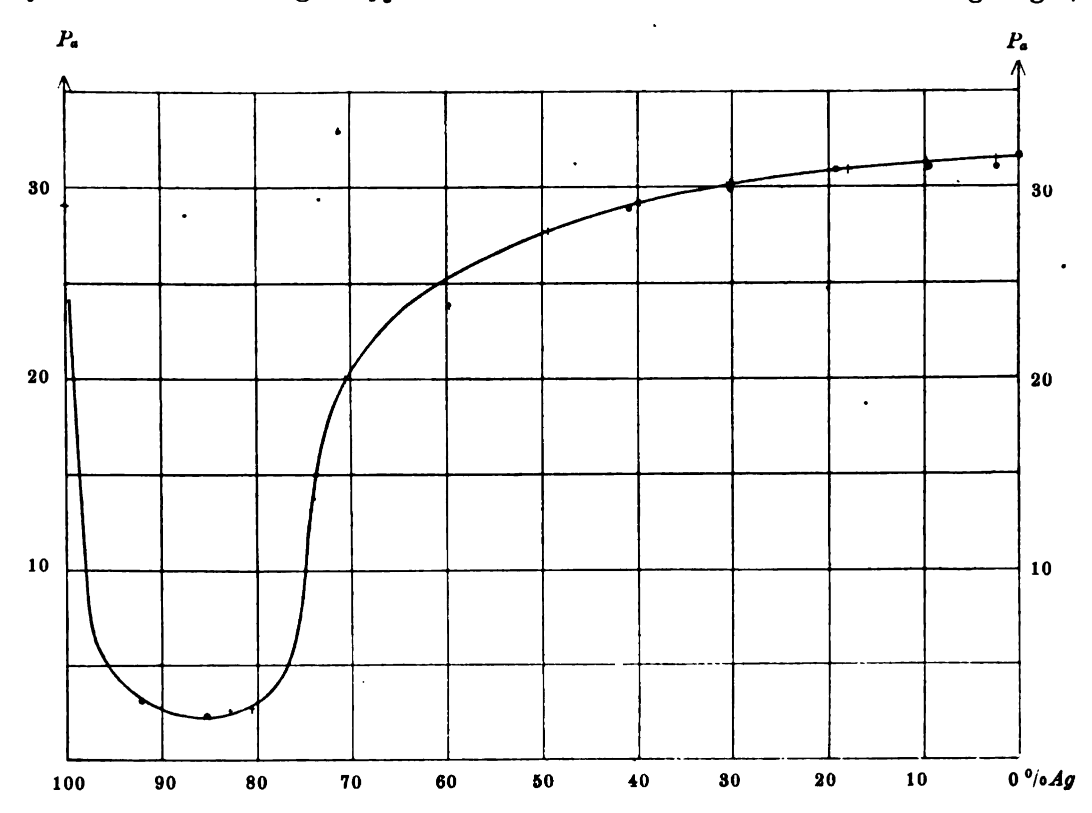


Fig. 12. Procentisk minskning av ledningsförmågan hos tenn-silverlegeringarna vid uppvärmning från 0 till 100° C.

vilka enligt fig. 10 utgöras av fasta lösningar. Guertler[1]) uttalar den förmodan, att denna kurva skulle bestå av två grenar, en rät linje från *Sn* till Ag_3Sn och sedan en båge nedåt. Ur Matthiessen och Vogts bestämningar för legeringar med 3,48 och 24,49 vol.-% *Ag*, vilka båda falla inom det förstnämnda området, beräknar Guertler under denna förutsättning värdet 26,8 på P_a för Ag_3Sn genom extrapolation. Enligt mina mätningar skulle däremot P_a för Ag_3Sn (73,2 % *Ag*) vara c:a 16,5 [2]).

[1]) a. a. sid. 81.

[2]) För dessa båda legeringar med 3,48 resp. 24,49 vol.-% *Ag*, liksom för det rena tennet, erhållas ur fig. 12 större värden på P_a än dem Matthiessen och Vogt fått. Mina värden på P_a för rent tenn, 31,5 och 31,6, överensstämma närmast med det tal, Guertler (a. a. s. 63) anför såsom erhållet av Dewar och Fleming, nämligen 31,1. Detta motsvarar för P_t värdet 45,2, under det att Dewar och Fleming [Phil. Mag. (5) *36*, 292 (1893)] själva ange P_t = 44,0.

Kvalitativt bekräftar däremot kurvan i fig. 12 Guertlers [1]) satser om ledningsförmågans temperaturkoefficient för legeringar: »Die Kurven des Temperaturkoeffizienten der Leitfähigket binärer Legierungen, die eine ununterbrochene Reihe von Mischkrystallen bilden, fallen von den Werten der reinen Komponenten (här *Ag* och Ag_3Sn) zuerst sehr steil ab, und haben gegen die Mitte zu ein sehr flaches Minimum, derart, dass der Zusatz einer gewissen Menge eines zweiten Metalls zum ersten zuerst eine ungleich stärkere Erniedrigung der Leitfähigkeit hervorruft als der gleiche Zusatz bei schon erreichtem höheren Gehalt.»

»Der Temperaturkoeffizient der mischkrystallfreien Legierungen ist dem der reinen Metalle gleich» [2]).

Då dessa satser gälla, är det mycket sannolikt, att man på dessa legeringar får tillämpa Matthiessens regel:

$$\frac{\varkappa}{\varkappa_m} = \frac{P_a}{P_{am}};$$

d. v. s. den verkliga ledningsförmågan $\varkappa$ förhåller sig till den additivt beräknade $\varkappa_m$, som det verkligen observerade värdet på P_a till det additivt beräknade P_{am}. Med hjälp av denna lag kan man sålunda av fig. 12 skattningsvis beräkna det sp. ledningsmotståndet för dessa legeringar.

Till min lärare, Professor J. R. Rydberg, som först väckt mitt intresse för de frågor, vilka här behandlats, anhåller jag att få uttala mitt hjärtligaste tack för de värdefulla råd och upplysningar, varmed han främjat mitt arbete. Likaledes ber jag att här få tacka Kand. B. Psilanderhielm och Fil. Lic. B. Möller för den hjälp, de välvilligt lämnat mig, den förre genom utförandet av den kemiska analysen av mina legeringar och den senare vid korrekturläsningen.

---

[1]) a. a. sidd. 76 o. 65.

[2]) Guertler uttrycker i anf. arb. städse legeringarnas sammansättning i vol.-%.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Afd. 2. Bd 5. Nr 7.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 20. Nr 7.

Kongl. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1908—1909.

1908, d. 14 oktober:

Herr Fürst höll föredrag om skelettet från Viste på Jäderen med demonstration.

Herr Bang redogjorde för Kobragifthämolys.

Herr Charlier redogjorde för några af Tycho Brahes instrument i München.

1908, d. 11 november:

Herr Borelius talade om den moderna kanserbehandlingens principer och dess resultat med särskild hänsyn till bröstkräftan (Cancer mammæ).

Herr Essen-Möller gaf en öfversikt öfver eklampsifrågans nuvarande ståndpunkt och meddelade resultaten af den moderna eklampsibehandlingen.

1908, d. 9 december:

Herr Nordquist redogjorde för fiskeriförsöksstationens och den biologiska anstaltens i Aneboda ändamål och verksamhet.

Herr Rydberg höll föredrag om talande och sjungande ljuslågor och refererade en till Handlingarna inkommen afhandling af fil. kandidat M. Siegbahn med titel: »Undersökning af de elektriska svängningarne i en sjungande ljuslåga».

1909, d. 10 februari:

Herr Moberg refererade ett af honom och d:r K. A. Grönvall författadt arbete: »Om Fyledalens gotlandium».

Herr Wallengren redogjorde för en af amanuens W. Björck författad afhandling med titel: »Bidrag till kännedomen om större kantnålens (Nereis æquoreus, L.) biologi.

1909, d. 10 mars:

Herr Fürst talade om de senaste fynden af Neanderthalmänniska i Frankrike och af underkäken af Homo Heidelbergensis.

1909, d. 14 april:

Herr Ramberg lämnade en redogörelse för sina undersökningar om kuprosulfiter.

Herr Broman gaf en framställning om sälarnes embryonala formutveckling samt demonstrerade ett människoägg med ett 3,5 mm. långt embryo.

1909, d. 12 maj:

Herr Rydberg föredrog om tillståndens inbördes sammanhang.

Herr Moberg refererade en afhandling af assistent Westergård med titel: »Studier öfver Dictyograptus-skiffern och dess gränslager med särskild hänsyn till i Skåne förekommande bildningar».

Herr Hennig redogjorde för sina undersökningar öfver Pecten-konglomeratet på Cockburn-ön, en pleistocän präglacial aflagring, upptäckt af svenska sydpolsexpeditionen.

ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT

NY FÖLJD

ANDRA AFDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNEN

V

1909

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XX.)

LUND 1909—10
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI
DISTRIBUERAS GENOM C. W. K. GLEERUPS FÖRLAG I LUND

Fysiografiska Sällskapets Handlingar.

Bd. 1—19.

Bd. 1. Antiseptikens utveckling och nutida tillämpning, af *J. Borelius*. Om operationer på gallblåsan och gallvägarne särskildt vid cholelithiasis, af *J. Åkerman*. Till Algernas systematik, Afd. 6, af *J. G. Agardh*. Undersökning öfver Siljansområdets graptoliter, I, af *S. L. Törnqvist*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden, 1889—90. Lunds Universitets årsberättelse 1889 - 90, af Universitetets Rektor. — **Bd. 2.** Kliniska studier öfver bukorganens lägeförändringar, af *C. H. Hildebrand*. Om bestämning af drufsocker genom förjäsning och uppmätning af kolsyrans volum, af *S. G. Hedin*. Bidrag till kännedomen om platinasulfinbasernas konstitution, af *H. Löndahl*. Beiträge zur Kenntnis des Dickenzuwachses der Rhodophyseen, von *B. Jönsson*. Beiträge zur Flora von Südbosnien und Herzegowina, von *S. Murbeck*. Tvenne asplenier, deras affiniteter och genesis, af *S. Murbeck*. Bidrag till kännedomen om primära barken hos vedartade dikotyler, dess anatomi och dess funktioner, af *H. Tedin*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1890—91. Borgerlig tid och verldstid, inbjudningsskrift af Universitetets Rektor. — **Bd. 3.** Un nouveau galvanomètre, par *G. Granqvist*. Sur la théorie des oscillations électriques, par *A. Rosén*. Om toluolsulfonglycin, af *G. Wallin*. Beiträge zu Fauna Grönlands, von *D. Bergendal*. Ehrenbergs Euchlanis Lynceus wiedergefunden? von *D. Bergendal*. Analecta algologica, scr. *J. G. Agardh*. Studier öfver örtartade slingrande stammars jämförande anatomi, af *G. Andersson*. Bidrag till kännedomen om lycopodinébladens anatomi, af *J. Eriksson*. Ueber die Wirkungsphäre der Glycose- und Gerbstoffreaktionen, von *B. Lidforss*. Undersökningar öfver Siljansområdets graptoliter, II, af *S. L. Törnqvist*. Studier öfver bryozoerna i Sveriges kritsystem, I, af *A. Hennig*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1891—92. — **Bd. 4.** Öfver ett speciell slag af hvirfvelrörelse i vätskor, af *A. Wiman*. Zur Frage über die Constitution der aromatischen Diazoverbindungen, von *C. W. Blomstrand*. Inverkan af alkoholiskt natriumetylat på ättikester och benzaldehyd, af *Hj. Löndahl*. Om trypsindigestionen, af *S. G. Hedin*. Bidrag till kännedomen om hornsubstansens klyfningsprodukter, af *S. G. Hedin*. Polypostia similis n. g. n. sp., en acotyl polyklad med många hanliga parningsapparater, af *D. Bergendal*. Einige Bemerkungen über Cryptocelides Lovéni mihi, af *D. Bergendal*. Some remarks on the Bottlenose-Whale (Hyperoodon), by *A. Ohlin*. Analecta algologica, continuatio I, auct. *J. G. Agardh*. Iakttagelser öfver ljusets betydelse för fröns groning, af *B. Jönsson*. Studier öfver elaiosferer i örtbladens mesofyll och epidermis, af *B. Lidforss*. Observations on the structure of some *Diprionidæ*, by *S. L. Törnqvist*. Inbjudningsskrift till filosofie doktorspromotionen d. 27 maj 1893, af Promotor. Inbjudningsskrift till medicine doktorspromotionen d. 27 maj 1893, af Promotor. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1892—93. — **Bd. 5.** Studier öfver förändringarne i ammonshornen och närliggande delar vid epilepsi, af *Th. Nerander*. Zur Theorie der Transformation elliptischer Functionen, von *T. Brodén*. Undersökningar öfver den elektriska ljusbågen, af *G. Granqvist*. Versuche über den temporären Magnetismus des Eisens und des Nickels bei hohen Temperaturen, von *N. Grane*. Bidrag till kännedomen om sulfonglycinerna, af *L. Fr. Rosengren*. Studier öfver ciliata infusorier, I, af *H. Wallengren*. Analecta algologica, continuatio II, auct. *J. G. Agardh*. Studier öfver bryozoerna i Sveriges kritsystem, II, af *A. Hennig*. Inbjudningsskrift till filosofie doktorspromotionen i Lund d. 31 maj 1894, af Promotor. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1893—94. — **Bd. 6.** Zur Frage über die Constitution der aromatischen Diazoverbindungen und ihrer Isomere, von *C. W. Blomstrand*. Sur le développement de l'électricité au contact de l'air et le l'eau, par *K. A. Holmgren*. Berechnung der Bahn des Kometen 1890 II, von *Elis Strömgren*. Beiträge zur Biologie der geophilen Pflanzen, von *F. W. C. Areschoug*. Iakttagelser öfver tillväxten hos Orobanche-arter, af *B. Jönsson*. Studier till kännedom om malakostrakfaunan i Baffin Bay och Smith Sound, af *A. Ohlin*. Studier öfver ciliata infusorier, II, af *H. Wallengren*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1894—95. — **Bd. 7.** Öfver bestämning af induktionskonstanter med differential-vibrationsgalvanometer, af *G. Granqvist*. Analecta algologica, continuatio III, auct. *J. G. Agardh*. Zur Kenntnis des anatomischen Baues des Blattes, von *B. Jönsson*. Studier öfver turbellarier, II, af *D. Bergendal*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1895—96. Lunds Universitets årsberättelse, af Universitets Rektor. — **Bd. 8.** Ueber das Auftreten von Lähmungen nach Masern, von *Karl Petrén*. Om stenos och obliteration af aorta vid eller i närheten af ductus Botalli, af *E. Wadstein*. Functionentheoretische Bemerkungen und Sätze, von *T. Brodén*. Basiska eruptiver inom V. Silfbergsfältet i Dalarne, af *M. Weibull*. On the Diplograptidæ and Heteroprionidæ of the Scanian Rastrites beds, by *S. L. Törnqvist*. Revision af lamellibranchiaterna i Nilssons »Petrificata Suecana Formationis Cretaceæ», af *A. Hennig*. Bidrag till kännedomen om larven af Phalacrocera replicata (Lin.), af *S. Bengtsson*. Bidrag till kännedomen om Fam. Urceolarina Stein, af *H. Wallengren*. Analecta algologica, continuatio IV, auct. *J. G. Agardh*. Ueber die physologische Leistungen und die Entwickelung des Grundgewebes des Blattes, von *F. W. C. Areschoug*. Zur Physiologie des pflanzlichen Zellkernes, von *B. Lidforss*. Contributions à la connaissance des Renonculacées—Cucurbitacées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique, par *S. Murbeck*. Bidrag till kännedomen om de nödvändiga mineralbasernas funktioner i de högre växterna, af *A. Romanus*. Om cyperaceerna, inbjudning till filosofie doktorspromotionen d. 31 maj 1897, af Promotor. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1896—97. — **Bd. 9.** Der Fettgehalt der Moose, von *B. Jönsson* und *E. Olin*. Elektrische und magnetische Theorien, von *A. V. Bäcklund*. Några konsekvenser af Webers lag för elektriska massor, tillämpad på materiella punkter, af *C. Delin*. Iakttagelser öfver tillväxtriktningen hos mossorna, af *B. Jönsson*. Grunddragen af en kometteori, af *J. R. Rydberg*. Kullens kristalliniska bergarter. 1. Den prekambriska Granitit-, Banatit-Hypersthengabbroserien, af *A. Hennig*. Contributions à la connaissance des Primulacées-Labiées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie, par *S. Murbeck*. Fysiografiska

Sällskapets sammanträden 1897—98. — **Bd. 10.** Researches into the Monograptidæ of the Scanian Rastrites beds, by *S. L. Törnqvist.* Om egendomliga innehållskroppar hos bromeliaceerna, af *G. Wallin.* Contributions à la connaissance des Plombaginées-Graminées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie, par *S. Murbeck.* Analecta algologica, continuatio V, auct. *J. G. Agardh.* Kullens kristalliniska bergarter. 2. Den postsiluriska gångformationen, af *A. Hennig.* Studien über Rheotropismus bei den Keimwurzeln der Pflanzen I. Allgemeine Untersuchungen, von *A. Berg.* Tafeln zur Berechnung der Präcession zweiter Ordnung für 1900,0, von *A. A. Psilander.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1898—99. — **Bd. 11.** Contributions à la connaissance des Graminées-Polypodiacées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie avec un appendice, par *S. Murbeck.* Studier öfver ciliata infusorier, IV, af *H. Wallengren.* Bidrag till kännedomen om botulismens bakteriologi, af *I. Forssman.* Bidrag till den tuberkulösa pleuritens patologiska anatomi, af *E. Wadstein.* Studier öfver Nemertiner, I. Callinera Bürgeri Bergendal, en representant för ett afvikande slägte bland palæonemertinerna, af *D. Bergendal.* Zur Theorie der relativ-Abelschen Zahlkörper, von *A. Wiman.* Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung Alchemilla, von *S. Murbeck.* Hülfstafeln zur Berechnung der säkularen Störungen der kleinen Planeten, von *G. Noréen* u. *S. Raab.* Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei Alchemilla arvensis (L.) Scop. und das Wesen der Chalazogamie, von *S. Murbeck.* Malaria och Mosquitos, inbjudning till medicine-doktorspromotionen den 31 maj 1900, af Promotor. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1899—1900. — **Bd. 12.** Fall af traumatiskt uppkommen ryggmärgsaffektion, af *Karl Petrén.* Studier öfver Nemertiner, I. Callinera Bürgeri Bergendal, en representant för ett afvikande slägte bland palæonemertinerna, kapitl. 6—11 (Fortsättning), af *D. Bergendal.* Contributions to the astronomical theory of an Ice age, by *C. V. L. Charlier.* Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser, af *B. Lidforss.* Researches into the graptolites of the Scanian and Vestrogothian Phyllo-Tetragraptus beds, by *S. L. Törnqvist.* Zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung des Thallus bei den Desmarestieen, von *B. Jönsson.* Bidrag till teorien för vågrörelse i strömmar, af *C. W. Oseen.* Utgräfningarne af Tycho Brahes observatorier på ön Hven sommaren 1901, festskrift i anledning af 300-årsdagen af Tycho Brahes död, af *C. V. L. Charlier.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1900—1901. — **Bd. 13.** Die ersten Entwicklungsstadien der Keimpflanze bei den Succulenten, von *B. Jönsson.* Über Anomalien im Baue des Nucellus und des Embryosackes bei parthenogenetischen Arten der Gattung Alchemilla, von *S. Murbeck.* Studien über Nemertinen, II. Valencinura bahusiensis Bgdl, ein Beitrag zur Anatomi und Systematik der Heteronemertinen, von *D. Bergendal.* Termoelektrisk Hysteresis, af *A. Upmark.* Bidrag till Bornholms fossila flora, Pteridofyter, af *Hj. Möller.* Zur Kenntnis des anatomischen Baues der Wüstenpflanzen, von *B. Jönsson.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1901—1902. — **Bd. 14.** Der Musculus popliteus und seine Sehne, von *C. M. Fürst.* Studien über Nemertinen, III. Beobachtungen über der Bau von Carinoma Oudemans nebst Beiträgen zur Systematik der Nemertinen, von *D. Bergendal.* Fysikens utveckling till allmän tillståndslära. Inbjudning till filosofie doktorspromotionen den 29 maj 1903, af *J. R. Rydberg.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1902—1903. — **Bd. 15.** Zur Kenntnis der Histogenese und des Wachsthums der Retina, von *C. M. Fürst.* Researches of the graptolites of the lower zones of the Scanian and Vestrogothian Phyllo-Tetragraptus beds, II, by *S. L. Törnqvist.* Zur Theorie der mehrdeutigen automorphen Funktionen, von *T. Brodén.* Om det osmotiska trycket, af *A. V. Bäcklund.* Ueber den feineren Bau des Visceralganglions von Anodonta, von *T. Freidenfelt.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1903—1904. — **Bd. 16.** Om sammanhanget mellan osmotiskt och elektriskt tryck, af *A. V. Bäcklund.* Zur Biologie der Muscheln. I. Die Wasserströmungen, von *H. Wallengren.* Zur Biologie der Muscheln. II. Die Nahrungsaufnahme, von *H. Wallengren.* Contributions à la connaissance de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie. Deuxième série, par *S. Murbeck.* Researches into the theory of probability, by *C. V. L. Charlier.* Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser. II, af *B. Lidforss.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1904—1905. — **Bd. 17.** Contributions à la connaissance de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie. Deuxième série, (Suite), par *S. Murbeck.* Om den afrikanska recurrensfebern, dess orsaker och utbredningssätt, af *S. Ribbing.* Om de Ohasmopskalken och Trinucleusskiffern motsvarande bildningarne i Skåne, af *E. Olin.* Om kroppars lösning och därmed närmast förvandta företeelser, af *A. V. Bäcklund.* Die Chininbehandlung der Malariakrankheiten und ihre Methodik, af *S. Ribbing.* Bidrag till Pterantheernas morfologi, af *S. Murbeck.* Bidrag till kännedomen om ceratopygeregionen, med särskild hänsyn till dess utveckling i Fogelsångstrakten, af *J. Chr. Moberg* och *C. O. Segerberg.* Om några Ginkgoväxter från kolgrufvorna vid Stabbarp i Skåne, af *A. Nathorst.* Ett manganhaltigt vatten och en brunstensbildning vid Björnstorp i Skåne, af *M. Weibull.* Tal vid Kongl. Fysiografiska sällskapets i Lund minnesfest den 3 december 1906 öfver dess stiftare Anders Jahan Retzius, af *C. M. Fürst.* Kilian Stobæus d. ä. och hans brefväxling, af *C. M. Fürst* Om Dirichlets problem vid värmeledningsekvationer, af *C. W. Oseen.* Die wintergrüne Flora, af *B. Lidforss.* Die Vesicarius-Gruppe der Gattung Rumex, af *S. Murbeck.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1905—1906. — **Bd. 18.** Om trypanosoma-sjukdomarna, en orienterande öfversikt, af *S. Ribbing.* Typhus-Statistik aus dem Provinzialkrankenhause zu Lund von den Jahren 1887—1906, af *S. Ribbing.* Studier öfver Nissans hydrografi, af *A. Hennig.* Lösningars magnetiska och optiska karakterer, af *A. V. Bäcklund.* Observations on the genus Rastrites and some allied species of Monograptus, af *S. L. Törnquist.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1906—07. — **Bd. 19.** Ueber kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren, af *B. Lidforss.* Om några föreningar mellan etyltioglykolsyra och kuprosalter, af *L. Ramberg.* Weitere Beiträge zur Kenntnis der Psychroklinie, af *B. Lidforss.* Ueber die Bewegung der Bahnebenen der Satelliten in unserem Planetensystem, af *C. V. L. Charlier.* Untersuchungen von elektrischen Schwingungen dritter Art in einem Lichtbogen, af *M. Siegbahn.* Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1907—1908.

Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Afd. 2. Bd 5.

K. Fysiografiska Sällskapets Handlingar. N. F. Bd 20.

Pris kr. 10:00.

Innehåll:

De närmast föregående bandens innehåll: se omslagets 2 och 3 sida.

Hvarje afhandling säljes särskildt.

